

وكتب أيضا ذو القدر المنيف الالهي الاديب اللطيف الجاذب برقائقه لب كل مشوق حضرة حفي أفتدى ناصف مدرس الانشاء بمدرسة الحقوق فقال

يزهو لقابس نوره ويروق
يبدو ودر فوائده منسوق
فيفوز سابقهين والمسبوق
منه هدى ويحوطها التوفيق
إحصائه ذرع الحساب بضيق
عشقوا العلوم وهل يل مشوق
علم له في الخائفين خفوق
ومحذر عذب الكلام رقيق
غرد الفنون يزينها التحقيق
شهد الجفون ويعذب التأريق
بكلامه التعبير والتنسيق
يسبق اليه وقد يعز لحوق
سبقت اليه العرب والاغريق
في حر أعناق العلوم حقوق
هام العدا التغريب والتشريق
جمع وهذا شأنه التفريق
أوقال سدد فالفتوق رتوق
لشهود آثار الوزير يتوق
ورعته مصر ومكة وفروق
عنا وما كاد الفؤاد يطيق
قد صاغها علم الكمال شفيق
ومبين وجه الحق وهو دقيق
والفائض الترجيح وهو عميق
كل بعنصره الكريم وريق
لأريب في الشرف الاثيل عريق
والجد للعبد الطريف طريق
والعلم ان عز الفريق رفيق
فبدا وشكل الحسن فيه أتيق
طبع كما سار النسيم رقيق
في الحلى ياطمع الرابض تفوق

١٦٩ ٩٢ ١٠٤٢ ٥٨٦

للعلم في عصر العزيز شروق
في كل يوم من حلاه رونق
تنسابق الأفكار في أيامه
تجد المعارف في وريف ظلاله
أوما ترى التصنيف أصنافا وفي
لا تحصر الآلاف تأليفات من
ورباض مختار الفوائد بينها
سفر بآيات المحاسن مسفر
تختال فيها في سطور طروسه
من كل شاردة يطيب لقيدها
شرح المزاويل للمزاويل فأنتهى
وغريب أبحاث الغرويات لم
أبدى بالأسطرلاب والرعين ما
فتنته أقلام الوزير وكما لها
مختارنا الغازي الذي لطباه في
قد باين القلم الحسام فشأنه
إن جال بدد فالنجيس مفرق
عرف الملوك مكانه لجميعهم
أهدته برلين نشان تجلته
وتجبت تلك الممانى برهة
ثم ازدهت بعبارة عربية
المدرسة الاسرار وهي خفية
والقائض الأبحاث وهي شوارد
تغني دوحه سودد أغصانها
من ضمه نسب الخديو فانه
جد الطلاب الى الكمال فناله
وتأيدت بالعلم راية عزه
قد ألبس التعريب ثوب طلاوة
وأجاد في تمذيده وسما به
تنشيد الارواح في تاريخه

سأمانة

وكتب أيضا بديع هذا الزمان ونايعة هذا الآن
الاديب الماهر والبارع الباهر العلامة الشيخ طه محمود قطارية
أحد فضلاء المحققين بدار الطباعة المبرية فقال

ماراح في طلب المحامد أو غدا من كان فرصته عشاء أو غدا
كلا ولا سبل المعالي اجتازها كلف بغيدا تيمته وأغيدا
هيات أن يرقى لمجد ذروة الا فتي هجر التصابي والددا
وانتلك من عقل الجهالة عقله ودعا الى النهج القويم وأرشدا
نهمج الا لى كانت بنوة آدم عن مثلهم خبرا وكانوا المبندا
وبهم ليالى الدهر كانت كلها ايضا ووجه الضد فيهم أسودا
وقفوا على طلب العلوم حياتهم لما رأوا ذا العلم حيا مخلدا
لولا الذى شادوه من أركانهم لم تلف ركننا للعلوم مشنيدا
فاهجر كما هجروا الكرى وانسج على منوالهم فهم أئمة الاقتدا
وارصد بعينهم التى رصدوا بها جعلوا لها نفع البرية انمدا
أوما ترى ما اختاره مختارهم هذا الوزير حليف شرعة أجددا
الاوحد المولى الهمام أخوانا والرأى والسهم الذى قد سددنا
أكرم به صدرا تصدرا بالتقى وبعزمه المشهور أصبح سيدا
قد اودع الميقات سفرا مسفرا عن كونه فى كل جمع مفردا
جادت يده به رياض جادها صوب الصواب وحاطها قطب الهدى
عجمت فعزبها وقزبها لنا شهم شفيق القلب أكرم محمدا
وهو الامير ابن الامير وصهر من أضحى بتوفيق الاله مؤيدا
الداورى عزيز مصر مليكنا حامي ذمار الحق مبدول الندى
فاحرص على تيك الرياض فانها بالخبر توسع من يد لها اليد
وارصد بمطلعها السعود جميعها واعمد بذابحها الى نحر العدا
جاءت اليك بطبعها تختال فى ثوب الكمال فككن لها متوندا
واشكر لمن أسدى الجليل مؤرخا طبع الرياض كائنه صبح بدا

سنة ١٣٠١

٨١ ١٠٤٢ ٧٦ ١٠٠ ٧

وكال ازهاره وپتعه أوائل شهر رمضان المعظم سنة ١٣٠٦ ألف وثلاثمائة وست من
هجرة النبي الاكرم والرسول الاعظم سيدنا ومولانا محمد خاتم الرسل الكرام عليه
وعلى آله وصحبه أفضل الصلاة واتم السلام كلما ذكره الذاكرون وغفل عن ذكره
الغافلون ولما لاح من مشرق التمام بدره وفاح في نادى الكمال عبيده ونشره انطلق
يقرظه مؤرخا عام طبعه أدهم اليراع بما يروق الاسماع فقال

روض بدا فيه هلال * أم شادن حسن الدلال
خضر بهز قوامه * لدنا فيزرى بالعوال
يخطو ويخطر في الربا * والورد في خديه حال
أبدى قسى حواجب * سمرا مفعوقة النبال
ورى فؤاد مشوقه * وبصارم الالحاظ صال
وسطا على عشاقه * ولبلى ذى الاذواق مال
سفرت لدينا شمسه * فخلالنا فيه المقال
بل أسطر تظمت ثمين الدر في أبهى مثال
وكأنها النفثات في * عقد من السحر الحلال
جل ترخى ذا النهى * ذات اليمين وذا الشمال
سفر يقرب لطفه الفضل البعيدات المنال
يستزل العصم المنية من ذرى القن العوال
ويذل الصعب الشمو * س على عياهير الرجال
أهدى البنا أنفاس الميقات والحكم العوال
وجلالنا منه الحسا * نتميس في حلل اختيال
وحلا به الطبع الجيميل وراق منه الزلال
وبدت محاسنه ولا * ح بأفقه بدر الكمال
واذ استتم بهائوه * وسما به أوج الجلال
أرخته طبع الريا * ض كله زاهى الجمال

٨١ ١٠٤٢ ٥٥ ٢٣ ١٠٥

سنة ١٣٠٦

الحافل الذى هو يجمع أشات هذا الفن ورقاقه كافل نظم به الانجم الزهر عقودا
ونشر به لطائف الطرف أعلاما وبنودا وذخر فى كنوزه من طرائف التحف غرائب
جمة وأحرز فى حصونه من نوائس النخب عجائب مهمة الا انه أفرغه فى قالب اللغة
التركية فججز عن الوصول اليه مع شدة الشوق الى الحصول عليه أهل العربية
فانتهض الى تعريبه وفتح كنوزه واطهار اسرار تراكيبه الهمام الذى لا يجاريه محار
فى هذا الميدان والشهم النبيل المثنى عليه بكل لسان الطين اللبيب والنطن
الاريب ذو القدر المهيب والخلق الحسن حضرة شفيق بيك منصور يكن قترجه
حفظه الله وأظهر من محاسنه وكشف من حقه المصون وبرز طائره الميمون من مكانه
فجاء بحمد الله جامعاً بين دقة المعنى من الاصل ورقة المبني من الفرع يهيم بعرائسه
الفكر ويطرب بنفائسه السمع

كأنما هو تاج المالك * بأجمع الدرأ بهى بارع صنع
وشرع فى طبع هذا التعريب بعد طبع أصله البديع الغريب بالمطبعة العاصرة
بيولاى مصر القاهرة الى أن انتهى طبعه على ذمة حضرة مترجمه ومكثر نفعه
ومعهم فبرز بحول الله يتيه بحسن مثاله على أمثاله معجبا برشاقته وبديع جاله
متبرجا بلطف شكله بين أشكاله يهيج الناظر بهاؤه ويسر الناظر رواؤه * فى ظل
الحضرة الفخيمة الخديوية وعهد الطاعة المهيبة البهية التوفيقية حضرة المليك
الاکرم والداورى الانجم

همام كسا الدنيا غلايل بهجة * فأيامه غتر وأنجمه زهر
ملك كساه الفضل ثمن حلة * وآلاؤه من دونها يصغر البحر
له همم يربو على العت حدها * وأصغر صغرها يقل لها الدهر
وارث الملوك الاماجيد وسلالة السراة الصناديد عزيز الديار المصرية وحامى حى
حوزتها النبيلة الذى ألبس مصر حلة الثروة والافتخار واقتربه هذا العصر على
سائر الاعصار ذو الفضل العيم والفخر الجلى أفندينا محمد توفيق بن اسمعيل بن
ابراهيم بن محمد على أدام الله أيامه ووالى علينا انعامه مهناً بالبال بأشباهه مسرور
الفؤاد بانجالة خصوصاً أكبر أنجاله الشهم الهمام وولى عهده البدر التمام
ملفوظا هذا الطبع الطريف بنظر من عليه حسن مساعيه بلسان الصدق يثنى
جناب وكيل الاشغال الادبية بهذه المطبعة البهية محمد بيك حسنى ووافق تمام طبعه

* (بسم الله الرحمن الرحيم) *

(يقول خادم تصحيح العلوم بدار الطباعة العامرة بيولاقي مصر القاهرة الفقير
الى الله تعالى محمد الحسيني اعانه الله على اداء واجبه الكفائي والعيني)

يا من أدار الافلاك بقدرته ودبر الاملاك بحكمته (فحمدك) على ما أطلعت في
مطالع نفوسنا من طوابع معرفتك ونشكرك على ما أشرقت في سماء عقولنا من
شوارق حكمتك (ونصلي ونسلم) على قطب فلك الجمال ومركز مدار الجلال
سـيدنا ومولانا محمد الذي ختمت به الرسالة وهديت به من الضلالة وعلى آله
نجوم الهدى وصحبه رجوم العدا (اما بعد) فان الله سبحانه لما أتقن وضع العالم
على أحكم أساس وأبدع شكل النصبية الفلكية ونظم الهيئة العلوية السماوية
على أغنض وضع وأدق هنداس وأحكم ربط العالم السفلي كلياته وجزئياته جلياته
وخفياته بالعالم العلوي من افلاكه وكواكبه في جميع اوضاعه وحركاته وسكناته
وجعله مدبره له ومؤثرا فيه ومبرزا لغامضه وخافيه فسبحانه من اله تعجز سوابق
الفهوم عن ادراك غوامض إحكامه وتقف منسيرات العقول عند نوافذ أقداره
وأحكامه أطلع من فضله خواص عبادته على هذا الوضع البديع وأفاض على
عقولهم من علوم هذه الاسرار ولطائف دقائق هذا الصنيع ما طلعوا به على ظواهر
هذا العالم السفلي وبواطنه وتمكنوا من اتقان أوضاعه وبث جلاياه وابرار كوامنه
فعرفوا من نصبة الافلاك وحركات كواكبها البادية والخفية على نقط مناطقها
ودوائرها ما يحتاج الى معرفته من أحوال الكرة الارضية وما يتوصل به الناس الى
اصلاح شؤونهم الدنيوية والاخرية وألف العلماء النضلاء في ذلك التأليف الجمه
وشمروا ساعد الاجتهاد والهمة وأحسنوا التصانيف والارصاد والاوزاع وأتقنوا
فيه الازياج والاسطرلابات والبسائط والارباع فورد الناس من فن الميقات المورد
العذب النخيل وانتهل من صافي مناهله كل كبير وصغير حتى ضرب الجميع من
ذلك بعطن وانتفعوا به في كل اقليم ووطن ومن أحرز قصب السبق في هذا
المضمار وفاق كل مبارز له فيه وظهر فضله ظهور الشمس في رابعة النهار الرياضي
الذي لا يشق له غبار والاستاذ الذي له اليد الطولى وجميل الآثار ذو الدولة
الغازي أحمد باشا مختار ادام الله طلعته وأزهر نعمته فقد ألف هذا الكتاب الجليل

والى هنا وقف بنا جواد اليراع فى تعريب هذا الكتاب
الذى جاء قرّة للعيون وسرورا لقلب الشجي المحزون
والحمد لله أولا وآخرا باطنا وظاهرا وأفضل
الصلاة وأتم التسليم على سيدنا
ومولانا محمد الرؤف الرحيم
وعلى آله وصحبه ملاح
بدر تمام وفاح
مسك
ختم



(١٩)

جدول العصر الاول الآفاقى

ارتفاع الشمس		غايات الارتفاع		ارتفاع الشمس		غايات الارتفاع	
درجه	دقيقه	درجه	دقيقه	درجه	دقيقه	درجه	دقيقه
٠٠	٠٠	٢٣	٢٥	٢٣	٢٥	٢٦	٢٥
١	٥	٢٤	٤٥	٢٤	٤٥	٢٨	٤٥
٢	٥	٢٥	٧	٢٥	٧	٤١	٧
٣	٥	٢٦	٢٥	٢٦	٢٥	٤٣	٢٥
٤	١٧	٢٧	٥	٢٧	٥	٤٦	٥
٥	٢٧	٢٨	٢٨	٢٨	٢٨	٤٨	٢٨
٦	٤٠	٢٩	١٢	٢٩	١٢	٥١	١٢
٧	٥٧	٣٠	٤٧	٣٠	٤٧	٥٣	٤٧
٨	١٧	٣١	٢٥	٣١	٢٥	٥٦	٢٥
٩	٢٨	٣٢	٠٠	٣٢	٠٠	٥٩	٠٠
١٠	٥	٣٣	٤٠	٣٣	٤٠	٦١	٤٠
١١	٢٢	٣٤	١٥	٣٤	١٥	٦٤	١٥
١٢	٧	٣٥	٤٦	٣٥	٤٦	٦٦	٤٦
١٣	٤٢	٣٦	٢٥	٣٦	٢٥	٦٩	٢٥
١٤	٢٢	٣٧	٥٤	٣٧	٥٤	٧١	٥٤
١٥	٥	٣٨	٢٨	٣٨	٢٨	٧٤	٢٨
١٦	٥٥	٣٩	٤٦	٣٩	٤٦	٧٦	٤٦
١٧	٤٥	٤٠	٨	٤٠	٨	٧٩	٨
١٨	٤٥	٤١	٢٥	٤١	٢٥	٨١	٢٥
١٩	٤٥	٤٢	٤٣	٤٢	٤٣	٨٣	٤٣
٢٠	٤٥	٤٣	٥٥	٤٣	٥٥	٨٥	٥٥
٢١	٥٥	٤٤	٥٥	٤٤	٥٥	٨٧	٥٥
٢٢	٧	٤٥	٠٠	٤٥	٠٠	٩٠	٠٠

(٢٠)

جدول العصر الثانى الآفاقى

ارتفاع الشمس		غايات الارتفاع	
درجه	دقيقه	درجه	دقيقه
٠٠	٠٠	٠٠	٠٠
١	٣	١	٣
٢	٧	٢	٧
٣	٢٢	٣	٢٢
٤	٢٧	٤	٢٧
٥	٢	٥	٢
٦	٣٥	٦	٣٥
٧	١٥	٧	١٥
٨	٣	٨	٣
٩	٣	٩	٣
١٠	١٢	١٠	١٢
١١	٢٧	١١	٢٧
١٢	١٨	١٢	١٨
١٣	١٢	١٣	١٢
١٤	٢٧	١٤	٢٧
١٥	٠٠	١٥	٠٠
١٦	٥٥	١٦	٥٥
١٧	١٢	١٧	١٢
١٨	٥٢	١٨	٥٢
١٩	٥٥	١٩	٥٥
٢٠	١٢	٢٠	١٢
٢١	٤٩	٢١	٤٩
٢٢	٣٥	٢٢	٣٥
٢٣	٢٨	٢٣	٢٨
٢٤	١٠	٢٤	١٠
٢٥	٤٧	٢٥	٤٧
٢٦	٥	٢٦	٥

جدول غمرة (١٨)

يشتمل على ما يلزم لرسم تقاسيم الشهور من ثلاثة الى ثلاثة أيام على حرف بسيطة الابداعرض ٤١
 أى غابات ارتفاعات الشهور من ثلاثة الى ثلاثة أيام

غابات	الارتفاع	غابات	الارتفاع	غابات	الارتفاع	غابات	الارتفاع	غابات	الارتفاع
٧٢ ٢٠ ٣	٣	٤٧ ٠٥ ٣	٣	٢٥ ٤٢ ٣	٣	٥١ ٥١ ٣	٣	٧٢ ٢٧ ٩	٩
٧٢ ٢٥ ٦	٦	٤٩ ١٦ ٦	٦	٢٥ ٣٥ ٦	٦	٥٠ ٤١ ٦	٦	٧٢ ٢٥ ١٢	١٢
٧٢ ٢٧ ٩	٩	٤٩ ٢٦ ٩	٩	٢٥ ٣٣ ٩	٩	٤٩ ٣١ ٩	٩	٧٢ ٢٠ ١٥	١٥
		٥٠ ٢٧ ١٢	١٢	٢٥ ٣٣ ٩	٩	٤٨ ٢٢ ١٢	١٢	٧٢ ١٠ ١٨	١٨
		٥١ ٤٧ ١٥	١٥	٢٥ ٣٥ ١٢	١٢	٤٧ ١١ ١٥	١٥	٧١ ٥٧ ٢١	٢١
		٥٢ ٥٨ ١٨	١٨	٢٥ ٤١ ١٥	١٥	٤٦ ٠١ ١٨	١٨	٧١ ٤٠ ٢٤	٢٤
		٥٤ ٠٧ ٢١	٢١	٢٥ ٥٢ ١٨	١٨	٤٤ ٥١ ٢١	٢١	٧١ ١٩ ٢٧	٢٧
		٥٥ ١٦ ٢٤	٢٤	٢٦ ٠٢ ٢١	٢١	٤٣ ٤٢ ٢٤	٢٤	٧٠ ٥٥ ٣٠	٣٠
		٥٦ ٢٣ ٢٧	٢٧	٢٦ ٢٠ ٢٤	٢٤	٤٢ ٣٣ ٢٧	٢٧		
		٥٧ ٥٢ ٣١	٣١	٢٦ ٤٢ ٢٧	٢٧	٤١ ٢٥ ٣٠	٣٠		
				٢٧ ١٧ ٣١	٣١				
		٥٨ ٥٦ ٣	٣	٢٧ ٤٧ ٣	٣	٤٠ ١٨ ٣	٣	٧٠ ٢٨ ٣	٣
		٦٠ ٠٠ ٦	٦	٢٨ ٢٢ ٦	٦	٤٩ ١٢ ٦	٦	٦٩ ٥٨ ٦	٦
		٦١ ٠١ ٩	٩	٢٩ ٠٠ ٩	٩	٣٨ ٠٧ ٩	٩	٦٩ ٢٤ ٩	٩
		٦٢ ٠١ ١٢	١٢	٢٩ ٤١ ١٢	١٢	٣٧ ٠٤ ١٢	١٢	٦٨ ٢٧ ١٢	١٢
		٦٢ ٥٩ ١٥	١٥	٣٠ ٢٥ ١٥	١٥	٣٦ ٠٢ ١٥	١٥	٦٨ ٠٨ ١٥	١٥
		٦٣ ٥٥ ١٨	١٨	٣١ ١٣ ١٨	١٨	٣٥ ٠٣ ١٨	١٨	٦٧ ٢٥ ١٨	١٨
		٦٤ ٤٩ ٢١	٢١	٣٢ ٠٤ ٢١	٢١	٣٤ ٠٥ ٢١	٢١	٦٦ ٤٠ ٢١	٢١
		٦٥ ٤٠ ٢٤	٢٤	٣٢ ٥٧ ٢٤	٢٤	٣٣ ٠٩ ٢٤	٢٤	٦٥ ٥٢ ٢٤	٢٤
		٦٦ ٢٩ ٢٧	٢٧	٣٣ ٥٢ ٢٧	٢٧	٣٢ ١٦ ٢٧	٢٧	٦٥ ٠١ ٢٧	٢٧
		٦٧ ١٥ ٣٠	٣٠	٣٥ ١٠ ٣١	٣١	٣١ ٠٩ ٣١	٣١	٦٣ ٥١ ٣١	٣١
		٦٧ ٥٩ ٣	٣	٣٦ ١٠ ٣	٣	٣٠ ٢٢ ٣	٣	٦٢ ٥٥ ٣	٣
		٦٨ ٢٩ ٦	٦	٣٧ ١٣ ٦	٦	٢٩ ٣٨ ٦	٦	٦١ ٥٨ ٦	٦
		٦٩ ١٧ ٩	٩	٣٨ ١٧ ٩	٩	٢٨ ٥٨ ٩	٩	٦٠ ٥٨ ٩	٩
		٦٩ ٥١ ١٢	١٢	٣٩ ٢٣ ١٢	١٢	٢٨ ٢٠ ١٢	١٢	٥٩ ٥٧ ١٢	١٢
		٧٠ ٢٣ ١٥	١٥	٤٠ ٢٩ ١٥	١٥	٢٧ ٤٦ ١٥	١٥	٥٨ ٥٤ ١٥	١٥
		٧٠ ٥١ ١٨	١٨	٤١ ٣٧ ١٨	١٨	٢٧ ١٦ ١٨	١٨	٥٧ ٥٠ ١٨	١٨
		٧١ ١٥ ٢١	٢١	٤٢ ٤٦ ٢١	٢١	٢٦ ٤٩ ٢١	٢١	٥٦ ٤٥ ٢١	٢١
		٧١ ٢٦ ٢٤	٢٤	٤٣ ٢٠ ٢٤	٢٤	٢٦ ٢٦ ٢٤	٢٤	٥٥ ٣٩ ٢٤	٢٤
		٧١ ٥٤ ٢٧	٢٧	٤٥ ٠٧ ٢٧	٢٧	٢٦ ٠٧ ٢٧	٢٧	٥٤ ٣١ ٢٧	٢٧
		٧٢ ١٩ ٣١	٣١	٤٥ ٥٤ ٢٩	٢٩	٢٥ ٥٢ ٣٠	٣٠	٥٣ ٠٠ ٣١	٣١

جدول غمرة (١٧)

يشتمل على ما يلزم لرسم تقاسيم البروج من ثلاث الى ثلاث درجات على حرف بسيطة
 اليد لعرض ٤١
 أى غايات الارتفاعات لدرجات البروج من ثلاثة الى ثلاثة أيام

غايات الارتفاعات الجنوبية			درجات البروج		غايات الارتفاعات الشمالية			درجات البروج	
ثانية	دقيقة	درجة	الميزان	الجوت	ثانية	دقيقة	درجة	السرطان	الجوزا
٣٠	٤٨	٤٧	٣	٢٧	٣٠	٢٧	٧٢	ابتداء	٣٠
٠٠	٣٧	٤٦	٦	٢٤	٢٧	٢٥	٧٢	٣	٢٧
٠٠	٢٦	٤٥	٩	٢١	٢٠	١٩	٧٢	٦	٢٤
٠٠	١٥	٤٤	١٢	١٨	٠٠	٩	٧٢	٩	٢١
٠٠	٥	٤٣	١٥	١٥	٠٠	٠٥	٧١	١٢	١٨
٠٠	٥٦	٤١	١٨	١٢	٠٠	٣٧	٧١	١٥	١٥
٠٠	٤٨	٤٠	٢١	٩	٠٠	١٥	٧١	١٨	١٢
٠٠	٤١	٣٩	٢٤	٦	٠٠	٤٩	٧٠	٢١	٩
٠٠	٣٥	٣٨	٢٧	٣	٣٥	١٩	٧٠	٢٤	٦
٣٠	٢٢	٣٧	٣٠	ابتداء العقرب	٣٣	٤٦	٦٩	٢٧	٣
٠٠	٢٩	٣٦	٣	الذئب	٠٠	١٠	٦٩	٣٠	ابتداء الثور
٠٠	٢٨	٣٥	٦	٢٧	٠٠	٤٧	٦٨	٣	٢٧
٣٠	٢٩	٣٤	٩	٢٤	٠٠	١	٦٧	٦	٢٤
٠٠	٢٣	٣٣	١٢	٢١	٣٠	١٢	٦٧	٩	٢١
٠٠	٢٩	٣٢	١٥	١٨	٠٠	٢١	٦٦	١٢	١٨
٣٠	٤٧	٣١	١٨	١٥	٠٠	٢٧	٦٥	١٥	١٥
٠٠	٥٩	٣٠	٢١	١٢	٠٠	٣٠	٦٤	١٨	١٢
٠٠	١٣	٣٠	٢٤	٩	٣٠	٣٢	٦٣	٢١	٩
٠٠	٢٠	٢٩	٢٧	٦	٠٠	٣١	٦٢	٢٤	٦
٠٠	٥٠	٢٨	٣٠	٣	٠٠	٢٧	٦١	٢٧	٣
٢٧	١٣	٢٨	٣	ابتداء الجدي	٣٠	٢٧	٦٠	٣٠	ابتداء الحمل
٢٥	٤٠	٢٧	٦	٢٧	٠٠	٢٥	٥٩	٣	٢٧
٠٠	١١	٢٧	٩	٢٤	٠٠	١٩	٥٨	٦	٢٤
٠٠	٤٥	٢٦	١٢	٢١	٠٠	١٢	٥٧	٩	٢١
٠٠	٢٣	٢٦	١٥	١٨	٠٠	٤	٥٦	١٢	١٨
٠٠	٥	٢٦	١٨	١٥	٠٠	٥٥	٥٤	١٥	١٥
٠٠	٥١	٢٥	٢١	١٢	٠٠	٤٥	٥٣	١٨	١٢
٤٠	٤٠	٢٥	٢٤	٩	٠٠	٣٤	٥٢	٢١	٩
٣٣	٣٤	٢٥	٢٧	٦	٠٠	٢٣	٥١	٢٤	٦
٣٠	٢٢	٢٥	٣٠	٣	٣٠	١١	٥٠	٢٧	٣
٠٠	٢٢	٢٥	٣٠	ابتداء	٠٠	٠٠	٤٩	٣٠	ابتداء

جدول غمرة (١٦)

يشتمل على غاية ارتفاعات نقط تلاقي خطوط الساعات بنصف النهار

الساعات		النقصان من وقت الغروب		نصف مدة النهار		نصف فضلة اليوم		ميل الشمس		غاية الارتفاع	
س	د	س	د	دقيقة	درجة	س	د	س	د	س	د
٤	٤٥	٧	١٥	٤٥	١٠٨	١٨	٤٥	٢٠	١٧	٣٥	٦٩
٥	٠٠	٧	٠٠	٠٠	١٠٥	١٥	٠٠	١٦	٣٤	٤٨	٦٥
٥	١٥	٦	٤٥	١٥	١٠١	١١	١٥	١٢	٣٨	٥٥	٦١
٥	٣٠	٦	٣٠	٣٠	٩٧	٠٧	٣٠	٠٨	٣٢	٢٥	٥٧
٥	٤٥	٦	١٥	٤٥	٩٣	٠٣	٤٥	٠٤	١٨	١٠	٥٣
٦	٠٠	٦	٠٠	٠٠	٩٠	٠٠	٠٠	٠٠	٠٠	٠٠	٤٩
٦	١٥	٥	٤٥	١٥	٨٦	٠٣	٤٥	٠٤	١٨	١٠	٤٤
٦	٣٠	٥	٣٠	٣٠	٨٢	٠٧	٣٠	٠٨	٣٢	٢٥	٤٠
٦	٤٥	٥	١٥	٤٥	٧٨	١١	١٥	١٢	٣٨	٥٥	٣٦
٧	٠٠	٥	٠٠	٠٠	٧٥	١٥	٠٠	١٦	٣٤	٤٨	٣٢
٧	١٥	٤	٤٥	١٥	٧١	١٨	٤٥	٢٠	١٧	٣٥	٢٨

جدول غرة (١٥)
 درجة الشمس (١) الجدى أو ٣٠ القوس في ١٠ كانون الاول
 عرض البلد = ٤١° ونصف مدة النهار ٦٧° ٥٠' = ٤٣١
 ميل الشمس الجنوبي = ٢٣° ٢٧' ٣٠" وتنام ميل الشمس ٢٦° ٣٢' ٣٠"
 غاية الارتفاع = ٢٥° ٢٢' ٣٠"

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٢٥° ٢٨'	٣° ٢٥'	٧ ١٥	٠° ٠٠'	٦٧° ٥٠'	١٢ ٠٠
٢٥ ١٢	٧ ١٠	٧ ٠٠	٢ ٢٢	٦٤ ٠٥	١١ ٤٥
٢٤ ٤٥	١٠ ٥٥	٦ ٤٥	٤ ٤٠	٦٠ ٢٠	١١ ٣٠
٢٤ ٠٨	١٤ ٤٠	٦ ٣٠	٦ ٥٤	٥٦ ٣٥	١١ ١٥
٢٣ ١٩	١٨ ٢٥	٦ ١٥	٩ ٠٣	٥٢ ٥٠	١١ ٠٠
٢٢ ٢١	٢٢ ١٠	٦ ٠٠	١١ ٠٥	٤٩ ٠٥	١٠ ٤٥
٢١ ١٣	٢٥ ٥٥	٥ ٤٥	١٣ ٠٢	٤٥ ٢٠	١٠ ٣٠
١٩ ٥٥	٢٩ ٤٠	٥ ٣٠	١٤ ٥٢	٤١ ٣٥	١٠ ١٥
١٨ ٢٩	٣٣ ٢٥	٥ ١٥	١٦ ٣٥	٣٧ ٥٠	١٠ ٠٠
١٦ ٥٤	٣٧ ١٠	٥ ٠٠	١٨ ١١	٣٤ ٠٥	٩ ٤٥
١٥ ١١	٤٠ ٥٥	٤ ٤٥	١٩ ٢٩	٣٠ ٢٠	٩ ٣٠
١٣ ٢٢	٤٤ ٤٠	٤ ٣٠	٢٠ ٥٨	٢٦ ٣٥	٩ ١٥
١١ ٢٧	٤٨ ٢٥	٤ ١٥	٢٢ ٠٨	٢٢ ٥٠	٩ ٠٠
٩ ٢٦	٥٢ ١٠	٤ ٠٠	٢٣ ٠٨	١٩ ٠٥	٨ ٤٥
٧ ١٨	٥٥ ٥٥	٣ ٤٥	٢٣ ٥٨	١٥ ٢٠	٨ ٣٠
٥ ٠٤	٥٩ ٤٠	٣ ٣٠	٢٤ ٣٧	١١ ٣٥	٨ ١٥
٢ ٤٦	٦٣ ٢٥	٣ ١٥	٢٥ ٠٧	٧ ٥٠	٨ ٠٠
٠ ٢٦	٦٧ ١٠	٣ ٠٠	٢٥ ٢٥	٤ ٠٥	٧ ٤٥
٠ ٠٠	٦٧ ٥٠	٢ ٥٧	٢٥ ٣١	٠ ٢٠	٧ ٣٠
١٨ ٤٧	جهة القبلة		١٧ ٥٥	العصر الاول	
			١٣ ٤٤	العصر الثانى	

جدول غرة (١٤)

درجة الشمس (١) القوس أو ٣٠ الجدى في ١٠ تشرين الثاني و ٧ كانون الثاني

عرض البلد = ٤١° ونصف مدة النهار = ٤٤٠° = ٧١° ١٧°

ميل الشمس = ١٦° ٢٠° جنوبية وقام ميل الشمس = ٤٤° ٦٩° وغاية الارتفاع = ٤٤° ٢٨°

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٢٨ ٣٩	٣ ٤٣	٧ ٠٠	٠٠ ٠٠	٧١ ١٧	١٢ ٠٠
٢٨ ٢٠	٧ ٢٨	٦ ٤٥	٢ ٢٩	٦٧ ٣٢	١١ ٤٥
٢٧ ٥١	١١ ١٣	٦ ٣٠	٤ ٥٤	٦٣ ٤٧	١١ ٣٠
٢٧ ١٠	١٤ ٥٨	٦ ١٥	٧ ١٥	٦٠ ٠٢	١١ ١٥
٢٦ ١٨	١٨ ٤٣	٦ ٠٠	٩ ٣١	٥٦ ١٧	١١ ٠٠
٢٥ ١٧	٢٢ ٢٨	٥ ٤٥	١١ ٤٣	٥٢ ٣٢	١٠ ٤٥
٢٤ ٠٤	٢٦ ١٣	٥ ٣٠	١٣ ٥٠	٤٨ ٤٧	١٠ ٣٠
٢٢ ٤٢	٢٩ ٥٨	٥ ١٥	١٥ ٥١	٤٥ ٠٢	١٠ ١٥
٢١ ١٢	٣٣ ٤٣	٥ ٠٠	١٧ ٤٥	٤١ ١٧	١٠ ٠٠
١٩ ٢٣	٣٧ ٢٨	٤ ٤٥	١٩ ٣٢	٣٧ ٣٢	٩ ٤٥
١٧ ٤٧	٤١ ١٣	٤ ٣٠	٢١ ١١	٣٣ ٤٧	٩ ٣٠
١٥ ٥٣	٤٤ ٥٨	٤ ١٥	٢٢ ٤١	٣٠ ٠٢	٩ ١٥
١٣ ٥٢	٤٨ ٤٣	٤ ٠٠	٢٤ ٠٣	٢٦ ١٧	٩ ٠٠
١١ ٤٥	٥٢ ٢٨	٣ ٤٥	٢٥ ١٦	٢٢ ٣٢	٨ ٤٥
٩ ٣٤	٥٦ ١٣	٣ ٣٠	٢٦ ١٨	١٨ ٤٧	٨ ٣٠
٧ ١٨	٥٩ ٥٨	٣ ١٥	٢٧ ١٠	١٥ ٠٢	٨ ١٥
٤ ٥٧	٦٣ ٤٣	٣ ٠٠	٢٧ ٥١	١١ ١٧	٨ ٠٠
٢ ٣٣	٦٧ ٢٨	٢ ٤٥	٢٨ ٢٠	٧ ٣٢	٧ ٤٥
٠ ٠٢	٧١ ١٣	٢ ٣٠	٢٨ ٣٨	٣ ٤٧	٧ ٣٠
٠ ٠٠	٧١ ١٧	٢ ٢٩	٢٨ ٤٤	٠ ٠٢	٧ ١٥
٢٣ ١٤	جهة القبلة		١٩ ٣٠	العصر الاول	
			١٤ ٣٩	العصر الثاني	

جدول غرة (١٣)

درجة الشمس ١٥ العقرب او ١٥ الدلو في ٢٦ تشرين الاول و ٢٢ كانون الثاني

عرض البلد = ٤١ ونصف مدة النهار = ٠.١ قه سا = ٧٥.٨

ميل الشمس = ١٦ ٢٧ جنوبية وتعام ميل الشمس = ٧٣ ٣٣ وغاية الارتفاع = ٣٢ ٣٣

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٠ ٢٧ ٣٢	٠ ٢٧ ٣	٦ ٤٥	٠ ٠٠	٠ ٨ ٧٥	١٢ ٠٠
٣٢ ٨	٧ ٢٢	٦ ٣٠	٢ ٣٦	٧١ ٢٣	١١ ٤٥
٣١ ٣٨	١١ ٠٧	٦ ١٥	٥ ٩	٦٧ ٣٨	١١ ٣٠
٣٠ ٥٥	١٤ ٥٢	٦ ٠٠	٧ ٣٨	٦٣ ٥٣	١١ ١٥
٣٠ ١	١٨ ٣٧	٥ ٤٥	١٠ ٣	٦٠ ٨	١١ ٠٠
٢٨ ٥٦	٢٢ ٢٢	٥ ٣٠	١٢ ٢٤	٥٦ ٢٣	١٠ ٤٥
٢٧ ٢٩	٢٦ ٠٧	٥ ١٥	١٤ ٤١	٥٢ ٣٨	١٠ ٣٠
٢٦ ١٣	٢٩ ٥٢	٥ ٠٠	١٦ ٥٢	٤٨ ٥٣	١٠ ١٥
٢٤ ٣٨	٣٣ ٣٧	٤ ٤٥	١٨ ٥٧	٤٥ ٨	١٠ ٠٠
٢٢ ٥٥	٣٧ ٢٢	٤ ٣٠	٢٠ ٥٦	٤١ ٢٣	٩ ٤٥
٢١ ٤	٤١ ٠٧	٤ ١٥	٢٢ ٤٨	٣٧ ٣٨	٩ ٣٠
١٩ ٨	٤٤ ٥٢	٤ ٠٠	٢٤ ٣٢	٣٣ ٥٣	٩ ١٥
١٧ ١	٤٨ ٣٧	٣ ٤٥	٢٦ ٧	٣٠ ٨	٩ ٠٠
١٤ ٤٩	٥٢ ٢٢	٣ ٣٠	٢٧ ٣٣	٢٦ ٢٣	٨ ٤٥
١٢ ٣٣	٥٦ ٠٧	٣ ١٥	٢٨ ٥٠	٢٢ ٣٨	٨ ٣٠
١٠ ١٢	٥٩ ٥٢	٣ ٠٠	٢٩ ٥٧	١٨ ٥٣	٨ ١٥
٧ ٤٧	٦٣ ٣٧	٢ ٤٥	٣٠ ٥٢	١٥ ٨	٨ ٠٠
٥ ١٨	٦٧ ٢٢	٢ ٣٠	٣١ ٣٥	١١ ٢٣	٧ ٤٥
٢ ٤٧	٧١ ٠٧	٢ ١٥	٣٢ ٦	٧ ٣٨	٧ ٣٠
٠ ١١	٧٤ ٥٢	٢ ٠٠	٣٢ ٢٥	٣ ٥٣	٧ ١٥
٠ ٠٠	٧٥ ٨	١ ٥٨	٣٢ ٣٢	٠ ٨	٧ ٠٠
			العصر الأول		
			٢١ ١٧		
			١٥ ٤٠	العصر الثاني	
٢٧ ٢٤	جهة القبلة				

جدول غرة (١٢)

درجة الشمس ١ العقرب أو ٣٠ الدلو في ١١ تشرين الاول و ٦ شباط

عرض البلد = ٤١ نصف مدة النهار = ١٩ ٥ ٧٩ ٤٣

ميل الشمس = ٣٥ ١١ جنوبية تمام ميل الشمس = ٧٨ ٢٥

غاية الارتفاع = ٢٧ ٢٥

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٣٧ ٢١	٢ ٤٧	٦ ٣٠	٠٠ ٠٠	٧٩ ٤٣	١٢ ٠٠
٣٧ ٤	٦٠ ٣٢	٦ ١٥	٢ ٤٣	٧٥ ٥٨	١١ ٤٥
٣٦ ٣٤	١٠ ١٧	٦ ٠٠	٥ ٢٤	٧٢ ١٣	١١ ٣٠
٣٥ ٥٠	١٤ ٢	٥ ٤٥	٨ ٢	٦٨ ٢٨	١١ ١٥
٣٤ ٥٤	١٧ ٤٧	٥ ٣٠	١٠ ٣٦	٦٤ ٤٣	١١ ٠٠
٣٣ ٤٦	٢١ ٣٢	٥ ١٥	١٣ ٨	٦٠ ٥٨	١٠ ٤٥
٣٢ ٢٨	٢٥ ١٧	٥ ٠٠	١٥ ٣٥	٥٧ ١٣	١٠ ٣٠
٣٠ ٥٩	٢٩ ٢	٤ ٤٥	١٧ ٥٨	٥٣ ٢٨	١٠ ١٥
٢٩ ٢٠	٣٢ ٤٧	٤ ٣٠	٢٠ ١٦	٤٩ ٤٣	١٠ ٠٠
٢٧ ٣٢	٣٦ ٣٢	٤ ١٥	٢٢ ٢٨	٤٥ ٥٨	٩ ٤٥
٢٥ ٣٦	٤٠ ١٧	٤ ٠٠	٢٤ ٣٤	٤٢ ١٣	٩ ٣٠
٢٣ ٣٤	٤٤ ٢	٣ ٤٥	٢٦ ٣٣	٣٨ ٢٨	٩ ١٥
٢١ ٢٥	٤٧ ٤٧	٣ ٣٠	٢٨ ٢٥	٣٤ ٤٣	٩ ٠٠
١٩ ١٠	٥١ ٣٢	٣ ١٥	٣٠ ٩	٣٠ ٥٨	٨ ٤٥
١٦ ٤٩	٥٥ ١٧	٣ ٠٠	٣١ ٤٣	٢٧ ١٣	٨ ٣٠
١٤ ٢٤	٥٩ ٢	٢ ٤٥	٣٣ ٧	٢٣ ٢٨	٨ ١٥
١١ ٥٥	٦٢ ٤٧	٢ ٣٠	٣٤ ٢١	١٩ ٤٣	٨ ٠٠
٩ ٢٢	٦٦ ٣٢	٢ ١٥	٣٥ ٢٣	١٥ ٥٨	٧ ٤٥
٦ ٤٥	٧٠ ١٧	٢ ٠٠	٣٦ ١٤	١٢ ١٣	٧ ٣٠
٤ ٦	٧٤ ٢	١ ٤٥	٣٦ ٥٠	٨ ٢٨	٧ ١٥
١ ٢٥	٧٧ ٤٧	١ ٣٠	٣٧ ١٤	٤ ٤٣	٧ ٠٠
٠٠ ٠٠	٧٩ ٤٣	١ ٢٢	٣٧ ٢٤	٠٠ ٥٨	٦ ٤٥
٣٢ ٤١	جهة القبلة		٢٢ ٢٦	العصر الاول	
			١٦ ٥٠	العصر الثاني	

جدول نغمة (١١)

درجة الشمس ١٥ الميزان أو ١٥ الحوت في ٢٦ ايلول و ٢٠ شباط وعرض البلد = ٤٩°
 نصف مدة النهار = ٣٨ ساعة ٥ = ٨٤° ٤١'
 ميل الشمس = ٤° ٩' جنوبية وقام ميل الشمس = ٨٣° ٥٦' وغاية الارتفاع = ٤٢° ٥٦'

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٤٩° ٥٥'	٩° ٣٤'	٦ ١٥	٥٠° ٠٠'	٨٤° ٤١'	١٢ ٠٠
٤٢ ٤١	٥ ١٩	٦ ٠٠	٢ ٤٨	٨٠ ٥٦	١١ ٤٥
٤٢ ١٣	٩ ٤	٥ ٤٥	٥ ٣٤	٧٧ ١١	١١ ٣٠
٤١ ٣٠	١٢ ٤٩	٥ ٣٠	٨ ١٩	٧٣ ٢٦	١١ ١٥
٤٠ ٣٣	١٦ ٣٤	٥ ١٥	١١ ٢	٦٩ ٤١	١١ ٠٠
٣٩ ٢٤	٢٠ ١٩	٥ ٠٠	١٣ ٤٢	٦٥ ٥٦	١٠ ٤٥
٣٨ ٣	٢٤ ٤	٤ ٤٥	١٦ ١٩	٦٢ ١١	١٠ ٣٠
٣٦ ٣٠	٢٧ ٤٩	٤ ٣٠	١٨ ٥٣	٥٨ ٢٦	١٠ ١٥
٣٤ ٤٧	٣١ ٣٤	٤ ١٥	٢١ ٢٣	٥٤ ٤١	١٠ ٠٠
٣٢ ٥٥	٣٥ ١٩	٤ ٠٠	٢٣ ٤٨	٥٠ ٥٦	٩ ٤٥
٣٠ ٥٥	٣٩ ٤	٣ ٤٥	٢٦ ٨	٤٧ ١١	٩ ٣٠
٢٨ ٤٧	٤٢ ٤٩	٣ ٣٠	٢٨ ٢٣	٤٣ ٢٦	٩ ١٥
٢٦ ٢٣	٤٦ ٣٤	٣ ١٥	٣٠ ٣٢	٣٩ ٥١	٩ ٠٠
٢٤ ١٤	٥٠ ١٩	٣ ٠٠	٣٢ ٣٤	٣٥ ٥٦	٨ ٤٥
٢١ ٤٩	٥٤ ٤	٢ ٤٥	٣٤ ٢٧	٣٢ ١١	٨ ٣٠
١٩ ٢٠	٥٧ ٤٩	٢ ٣٠	٣٦ ١٢	٢٨ ٢٦	٨ ١٥
١٦ ٤٧	٦١ ٣٤	٢ ١٥	٣٧ ٤٧	٢٤ ٤١	٨ ٠٠
١٤ ١٠	٦٥ ١٩	٢ ٠٠	٣٩ ١٠	٢٠ ٥٦	٧ ٤٥
١١ ٣٠	٦٩ ٤	١ ٤٥	٤٠ ٢١	١٧ ١١	٧ ٣٠
٨ ٤٨	٧٢ ٤٩	١ ٣٠	٤١ ٢١	١٣ ٢٦	٧ ١٥
٦ ٤	٧٦ ٣٤	١ ١٥	٤٢ ٦	٩ ٤١	٧ ٠٠
٣ ١٨	٨٠ ١٩	١ ٠٠	٤٢ ٣٧	٥ ٥٦	٦ ٤٥
٠ ٣٠	٨٤ ٤	٠ ٤٥	٤٢ ٥٤	٢ ١١	٦ ٣٠
٠ ٠٠	٨٤ ٤٩	٠ ٤٤	٢٥ ٤٤	العصير الاول	
٢٨ ٢٧	جهة القبلة		١٨ ٠١	العصير الثاني	

جدول نمرة (١٠)

درجة الشمس (١) الميزان أو ٣٠ الحوت في ١٠ ايلول و ٨ مارث وعرض البلده $\times ٤١^\circ$

نصف مدة النهار = ٩° = ٦ ساعات

ميل الشمس = و تمام ميل الشمس = ٩° وغاية الارتفاع = ٤٩°

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٤٩ ٠٠	٠ ٠٠	٦ ٠٠	٠ ٠٠	٩ ٠٠	١٢ ٠٠
٤٨ ٥١	٣ ٤٥	٥ ٤٥	٢ ٥٠	٨ ٦ ١٥	١١ ٤٥
٤٨ ٢٦	٧ ٣٠	٥ ٣٠	٥ ٣٩	٨ ٢ ٣٠	١١ ٣٠
٤٧ ٤٥	١١ ١٥	٥ ١٥	٨ ٢٨	٧ ٨ ٤٥	١١ ١٥
٤٦ ٤٨	١٥ ٠٠	٥ ٠٠	١١ ١٦	٧ ٥ ٠٠	١١ ٠٠
٤٥ ٣٧	١٨ ٤٥	٤ ٤٥	١٤ ٠٢	٧ ١ ١٥	١٠ ٤٥
٤٤ ١٢	٢٢ ٣٠	٤ ٣٠	١٦ ٤٧	٦ ٧ ٣٠	١٠ ٣٠
٤٢ ٣٦	٢٦ ١٥	٤ ١٥	١٩ ٣٠	٦ ٣ ٤٥	١٠ ١٥
٤٠ ٤٩	٣٠ ٠٠	٤ ٠٠	٢٢ ١٠	٦ ٠ ٠٠	١٠ ٠٠
٣٨ ٥٢	٣٣ ٤٥	٣ ٤٥	٢٤ ٤٧	٥ ٦ ١٥	٩ ٤٥
٣٦ ٤٧	٣٧ ٣٠	٣ ٣٠	٢٧ ٢١	٥ ٢ ٣٠	٩ ٣٠
٣٤ ٣٤	٤١ ١٥	٣ ١٥	٢٩ ٥٠	٤ ٨ ٤٥	٩ ١٥
٣٢ ١٥	٤٥ ٠٠	٣ ٠٠	٣٢ ١٥	٤ ٥ ٠٠	٩ ٠٠
٢٩ ٥٠	٤٨ ٤٥	٢ ٤٥	٣٤ ٣٤	٤ ١ ١٥	٨ ٤٥
٢٧ ٢١	٥٢ ٣٠	٢ ٣٠	٣٦ ٤٧	٣ ٧ ٣٠	٨ ٣٠
٢٤ ٤٧	٥٦ ١٥	٢ ١٥	٣٨ ٥٢	٣ ٣ ٤٥	٨ ١٥
٢٢ ١٠	٦٠ ٠٠	٢ ٠٠	٤٠ ٤٩	٣ ٠ ٠٠	٨ ٠٠
١٩ ٣٠	٦٣ ٤٥	١ ٤٥	٤٢ ٣٦	٢ ٦ ١٥	٧ ٤٥
١٦ ٤٧	٦٧ ٣٠	١ ٣٠	٤٤ ١٢	٢ ٢ ٣٠	٧ ٣٠
١٤ ٢	٧١ ١٥	١ ١٥	٤٥ ٣٧	١ ٨ ٤٥	٧ ١٥
١١ ١٦	٧٥ ٠٠	١ ٠٠	٤٦ ٤٨	١ ٥ ٠٠	٧ ٠٠
٨ ٢٨	٧٨ ٤٥	٠ ٤٥	٤٧ ٤٥	١١ ١٥	٦ ٤٥
٥ ٣٩	٨٢ ٣٠	٠ ٣٠	٤٨ ٢٦	٧ ٣٠	٦ ٣٠
٢ ٥٠	٨٦ ١٥	٠ ١٥	٤٨ ٥١	٣ ٤٥	٦ ١٥
٠ ٠٠	٩٠ ٠٠	١٢ ٠٠	٤٩ ٠٠	٠ ٠٠	٦ ٠٠
٤٥ ٠٨	جهة القبلة		٢٨ ٠٣	العصر الاول	
			١٩ ١٣	العصر الثاني	

جدول نمرة (٩)

درجة الشمس ١٥ السنبلة أو ١٥ الجمل في ٢٦ اغسطس و ٢٣ مارت

عرض البلد = ٤١° ونصف مدة النهار = ٦ ٢١ = ٩ ٩٥°

(ميل الشمس = ٥٤° شمالية) (تمام ميل الشمس = ٦ ٨٤°)

(غاية الارتفاع = ٥٤° ٥٤°)

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٥٤ ٤٦	٢ ٢١	٥ ٣٠	٥ ٠٠	٩٥ ٠٩	١٢ ٠٠
٥٤ ٢٩	٦ ٦	٥ ١٥	٢ ٤٩	٩١ ٢٤	١١ ٤٥
٥٣ ٤٩	٩ ٥١	٥ ٠٠	٥ ٣٨	٨٧ ٣٩	١١ ٣٠
٥٢ ٥١	١٣ ٣٦	٤ ٤٥	٨ ٢٨	٨٣ ٥٤	١١ ١٥
٥١ ٣٨	١٧ ٢١	٤ ٣٠	١١ ١٨	٨٠ ٩	١١ ٠٠
٥٠ ٩	٢١ ٦	٤ ١٥	١٤ ٧	٧٦ ٢٤	١٠ ٤٥
٤٨ ٢٨	٢٤ ٥١	٤ ٠٠	١٦ ٥٦	٧٢ ٣٩	١٠ ٣٠
٤٦ ٣٦	٢٨ ٣٦	٣ ٤٥	١٩ ٤٤	٦٨ ٥٤	١٠ ١٥
٤٤ ٣٣	٣٢ ٢١	٣ ٣٠	٢٢ ٣١	٦٥ ٩	١٠ ٠٠
٤٢ ٢٢	٣٦ ٦	٣ ١٥	٢٥ ١٦	٦١ ٢٤	٩ ٤٥
٤٠ ٤	٣٩ ٥١	٣ ٠٠	٢٧ ٥٩	٥٧ ٣٩	٩ ٣٠
٣٧ ٤٠	٤٣ ٣٦	٢ ٤٥	٣٠ ٣٩	٥٣ ٥٤	٩ ١٥
٣٥ ١٠	٤٧ ٢١	٢ ٣٠	٣٣ ١٦	٥٠ ٩	٩ ٠٠
٣٢ ٣٦	٥١ ٦	٢ ١٥	٣٥ ٤٩	٤٦ ٢٤	٨ ٤٥
٢٩ ٥٨	٥٤ ٥١	٢ ٠٠	٣٨ ١٧	٤٢ ٣٩	٨ ٣٠
٢٧ ١٨	٥٨ ٣٦	١ ٤٥	٤٠ ٤٠	٣٨ ٥٤	٨ ١٥
٢٤ ٣٤	٦٢ ٢١	١ ٣٠	٤٢ ٥٧	٣٥ ٩	٨ ٠٠
٢١ ٤٨	٦٦ ٦	١ ١٥	٤٥ ٦	٣١ ٢٤	٧ ٤٥
١٩ ١	٦٩ ٥١	١ ٠٠	٤٧ ٥	٢٧ ٣٩	٧ ٣٠
١٦ ١٣	٧٣ ٣٦	٠ ٤٥	٤٨ ٥٤	٢٣ ٥٤	٧ ١٥
١٣ ٢٤	٧٧ ٢١	٠ ٣٠	٥٠ ٣٣	٢٠ ٩	٧ ٠٠
١٠ ٣٥	٨١ ٦	٠ ١٥	٥١ ٥٨	١٦ ٢٤	٦ ٤٥
٧ ٤٥	٨٤ ٥١	١٢ ٠٠	٥٣ ٨	١٢ ٣٩	٦ ٣٠
٤ ٥٥	٨٨ ٣٦	١١ ٤٥	٥٤ ١	٨ ٥٤	٦ ١٥
٢ ٦	٩٢ ٢١	١١ ٣٠	٥٤ ٣٦	٥ ٩	٦ ٠٠
٠ ٠٠	٩٥ ٩	١١ ١٨	٥٤ ٥٣	١ ٢٤	٥ ٤٥
			العصر الاول		
			العصر الثاني		
			وجه القبلة		
			وجه القبلة		

جدول غرة (٨)

درجة الشمس (١) السنبلة أو ٣٠ الحمل في ١١ اغستوس و ٨ نيسان
 نصف مدة النهار = ٦٤.٠ = ١٠.٠ ميل الشمس = ١٨.٠ شمالية
 تمام ميل الشمس = ٤٢.٧٨ وغاية الارتفاع = ١٨.٦٠

قبيل الزوال			بعد الزوال		
ساعات	زوايا الساعات	ارتفاع الشمس	ساعات	زوايا الساعات	ارتفاع الشمس
١٢ ٠٠	١٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠	١٢ ٠٠	١٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠
١١ ٤٥	٩٦ ١٥	٦ ٤٥	١١ ٤٥	٩٦ ١٥	٦ ٤٥
١١ ٣٠	٩٢ ٣٠	٥ ٣١	١١ ٣٠	٩٢ ٣٠	٥ ٣١
١١ ١٥	٨٨ ٤٥	٨ ١٩	١١ ١٥	٨٨ ٤٥	٨ ١٩
١١ ٠٠	٨٥ ٠٠	١١ ٨	١١ ٠٠	٨٥ ٠٠	١١ ٨
١٠ ٤٥	٨١ ١٥	١٣ ٥٨	١٠ ٤٥	٨١ ١٥	١٣ ٥٨
١٠ ٣٠	٧٧ ٣٠	١٦ ٤٨	١٠ ٣٠	٧٧ ٣٠	١٦ ٤٨
١٠ ١٥	٧٣ ٤٥	١٩ ٣٧	١٠ ١٥	٧٣ ٤٥	١٩ ٣٧
١٠ ٠٠	٧٠ ٠٠	٢٢ ٢٦	١٠ ٠٠	٧٠ ٠٠	٢٢ ٢٦
٩ ٤٥	٦٦ ١٥	٢٥ ١٥	٩ ٤٥	٦٦ ١٥	٢٥ ١٥
٩ ٣٠	٦٢ ٣٠	٢٨ ٣	٩ ٣٠	٦٢ ٣٠	٢٨ ٣
٩ ١٥	٥٨ ٤٥	٣٠ ٤٩	٩ ١٥	٥٨ ٤٥	٣٠ ٤٩
٩ ٠٠	٥٥ ٠٠	٣٣ ٣٤	٩ ٠٠	٥٥ ٠٠	٣٣ ٣٤
٨ ٤٥	٥١ ١٥	٣٦ ١٧	٨ ٤٥	٥١ ١٥	٣٦ ١٧
٨ ٣٠	٤٧ ٣٠	٣٨ ٥٧	٨ ٣٠	٤٧ ٣٠	٣٨ ٥٧
٨ ١٥	٤٣ ٤٥	٤١ ٣٣	٨ ١٥	٤٣ ٤٥	٤١ ٣٣
٨ ٠٠	٤٠ ٠٠	٤٤ ٤	٨ ٠٠	٤٠ ٠٠	٤٤ ٤
٧ ٤٥	٣٦ ١٥	٤٦ ٣٠	٧ ٤٥	٣٦ ١٥	٤٦ ٣٠
٧ ٣٠	٣٢ ٣٠	٤٨ ٥٠	٧ ٣٠	٣٢ ٣٠	٤٨ ٥٠
٧ ١٥	٢٨ ٤٥	٥١ ٣	٧ ١٥	٢٨ ٤٥	٥١ ٣
٧ ٠٠	٢٥ ٠٠	٥٣ ٥	٧ ٠٠	٢٥ ٠٠	٥٣ ٥
٦ ٤٥	٢١ ١٥	٥٤ ٥٥	٦ ٤٥	٢١ ١٥	٥٤ ٥٥
٦ ٣٠	١٧ ٣٠	٥٦ ٣٣	٦ ٣٠	١٧ ٣٠	٥٦ ٣٣
٦ ١٥	١٣ ٤٥	٥٧ ٥٦	٦ ١٥	١٣ ٤٥	٥٧ ٥٦
٦ ٠٠	١٠ ٠٠	٥٩ ١	٦ ٠٠	١٠ ٠٠	٥٩ ١
٥ ٤٥	٦ ١٥	٥٩ ٤٨	٥ ٤٥	٦ ١٥	٥٩ ٤٨
٥ ٣٠	٢ ٣٠	٦٠ ١٣	٥ ٣٠	٢ ٣٠	٦٠ ١٣
العصر الأول			٢٢ ٢٩		
العصر الثاني			٢١ ١٥		
جهة القبلة			٥٧ ١٧		

جدول غمرة (٧)

درجة الشمس ١٥ الاسد أو الثور يوم ٢٦ شهر تموز و ٢٣ نيسان

نصف مدة النهار = ٥٩ ٥٦ = ١٠٤ ٤٥

ميل الشمس الشمالي = ٥٠ ١٨ ١٦ وتعام ميل الشمس = ١٠ ٤١ ٧٣

غاية ارتفاع الشمس = ٥٠ ١٨ ٦٥

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٦٥ ١٨	٠٠ ١٥	٥ ٠٠	٠٠ ٠٠	١٠٤ ٤٥	١٢ ٠٠
٦٥ ٤	٤ ٠٠	٤ ٤٥	٢ ٣٨	١٠١ ٠٠	١١ ٤٥
٦٤ ٢٥	٧ ٤٥	٤ ٣٠	٥ ٢٠	٩٧ ١٥	١١ ٣٠
٦٣ ٢٣	١١ ٣٠	٤ ١٥	٨ ٣	٩٣ ٣٠	١١ ١٥
٦٢ ١	١٥ ١٥	٤ ٠٠	١٠ ٤٨	٨٩ ٤٥	١١ ٠٠
٦٠ ٢٢	١٩ ٠٠	٣ ٤٥	١٣ ٣٥	٨٦ ٠٠	١٠ ٤٥
٥٨ ٢٨	٢٢ ٤٥	٣ ٣٠	١٦ ٢٣	٨٢ ١٥	١٠ ٣٠
٥٦ ٢٢	٢٦ ٣٠	٣ ١٥	١٩ ١١	٧٨ ٣٠	١٠ ١٥
٥٤ ٦	٣٠ ١٥	٣ ٠٠	٢١ ٥٩	٧٤ ٤٥	١٠ ٠٠
٥١ ٤٢	٣٤ ٠٠	٢ ٤٥	٢٤ ٥٠	٧١ ٠٠	٩ ٤٥
٤٩ ١٢	٣٧ ٤٥	٢ ٣٠	٢٧ ٤٠	٦٧ ١٥	٩ ٣٠
٤٦ ٣٧	٤١ ٣٠	٢ ١٥	٣٠ ٣٠	٦٣ ٣٠	٩ ١٥
٤٣ ٥٨	٤٥ ١٥	٢ ٠٠	٣٣ ١٩	٥٩ ٤٥	٩ ٠٠
٤١ ١٦	٤٩ ٠٠	١ ٤٥	٣٦ ٧	٥٦ ٠٠	٨ ٤٥
٣٨ ٣٣	٥٢ ٤٥	١ ٣٠	٣٨ ٥٣	٥٢ ١٥	٨ ٣٠
٣٥ ٤٨	٥٦ ٣٠	١ ١٥	٤١ ٣٧	٤٨ ٣٠	٨ ١٥
٣٣ ١	٦٠ ١٥	١ ٠٠	٤٤ ١٩	٤٤ ٤٥	٨ ٠٠
٣٠ ١٢	٦٤ ٠٠	٠٠ ٤٥	٤٦ ٥٨	٤١ ٠٠	٧ ٤٥
٢٧ ٢٠	٦٧ ٤٥	٠٠ ٣٠	٤٩ ٣٣	٣٧ ١٥	٧ ٣٠
٢٤ ٢٦	٧١ ٣٠	٠٠ ١٥	٥٢ ٢	٣٣ ٣٠	٧ ١٥
٢١ ٣٧	٧٥ ١٥	١٢ ٠٠	٥٤ ٢٥	٢٩ ٤٥	٧ ٠٠
١٨ ٤٨	٧٩ ٠٠	١١ ٤٥	٥٦ ٣٩	٢٦ ٠٠	٦ ٤٥
١٦ ٠٠	٨٢ ٤٥	١١ ٣٠	٥٨ ٤٣	٢٢ ١٥	٦ ٣٠
١٣ ١٢	٨٦ ٣٠	١١ ١٥	٦٠ ٣٦	١٨ ٣٠	٦ ١٥
١٠ ٢٦	٩٠ ١٥	١١ ٠٠	٦٢ ١٣	١٤ ٤٥	٦ ٠٠
٠٧ ٤١	٩٤ ٠٠	١٠ ٤٥	٦٣ ٣٤	١١ ٠٠	٥ ٤٥
٠٤ ٥٨	٩٧ ٤٥	١٠ ٣٠	٦٤ ٣٢	٧ ١٥	٥ ٣٠
٠٢ ١٧	١٠١ ٣٠	١٠ ١٥	٦٥ ٨	٣ ٣٠	٥ ١٥
٠٠ ٠٠	١٠٤ ٤٥	١٠ ٠٢	٣٤ ٢٥	العصر الأول	
٦٢ ٤٢	جهة القبلة		٢٢ ٧	العصر الثاني	

جدول غرة (٦)

درجة الشمس (١) الاسد أو (٢٠) الثور يوم ١١ شهر تموز أو (٨) مايس

$$\text{نصف مدة النهار} = (٧١٤) = (١٠٨ \text{ } ٢٧)$$

$$(\text{ميل الشمس الشمالي} = ١٠ \text{ } ٢٠) (\text{تمام ميل الشمس} = ٥٩ \text{ } ٦٩)$$

$$(\text{غاية ارتفاع الشمس} = ١٠ \text{ } ٢٠) (\text{تمام ارتفاع الشمس} = ٦٩)$$

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	فضل الدائر يعني زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	فضل الدائر يعني زوايا الساعات	ساعات
٦٩ ٠٠	٠ ١٨	٠٤ ٤٥	٠ ٠٠	١٠ ٢٧	١٢ ٠٠
٦٨ ٤٣	٠٤ ٠٣	٠٤ ٣٠	٠٢ ٣٣	١٠٤ ٤٢	١١ ٤٥
٦٧ ٥٩	٠٧ ٤٨	٠٤ ١٥	٠٥ ٠٩	١٠٠ ٥٧	١١ ٣٠
٦٦ ٤٩	١١ ٣٣	٠٤ ٠٠	٠٧ ٤٧	٩٧ ١٢	١١ ١٥
٦٥ ١٨	١٥ ١٨	٠٣ ٤٥	١٠ ٢٨	٩٣ ٢٧	١١ ٠٠
٦٣ ٢٩	١٩ ٠٣	٠٣ ٣٠	١٣ ١١	٨٩ ٤٢	١٠ ٤٥
٦١ ٢٦	٢٣ ٤٨	٠٣ ١٥	١٥ ٥٦	٨٥ ٥٧	١٠ ٣٠
٥٩ ١٠	٢٦ ٣٣	٠٣ ٠٠	١٨ ٤٢	٨٢ ١٢	١٠ ١٥
٥٦ ٤٨	٣٠ ١٨	٠٢ ٤٥	٢١ ٣٠	٧٨ ٢٧	١٠ ٠٠
٥٤ ١٨	٣٤ ٠٣	٠٢ ٣٠	٢٤ ١٨	٧٤ ٤٢	٠٩ ٤٥
٥١ ٤٢	٣٧ ٤٨	٠٢ ١٥	٢٧ ٠٧	٧٠ ٥٧	٠٩ ٣٠
٤٩ ٠٢	٤١ ٣٣	٠٢ ٠٠	٢٩ ٥٧	٦٧ ١٢	٠٩ ١٥
٤٦ ١٩	٤٥ ١٨	٠١ ٤٥	٣٢ ٤٧	٦٣ ٢٧	٠٩ ٠٠
٤٣ ٣٦	٤٩ ٠٣	٠١ ٣٠	٣٥ ٣٦	٥٩ ٤٢	٠٨ ٤٥
٤٠ ٤٧	٥٢ ٤٨	٠١ ١٥	٣٨ ٢٦	٥٥ ٥٧	٠٨ ٣٠
٣٧ ٥٩	٥٦ ٣٣	٠١ ٠٠	٤١ ١٤	٥٢ ١٢	٠٨ ١٥
٣٥ ١٠	٦٠ ١٨	٠٠ ٤٥	٤٤ ٠١	٤٨ ٢٧	٠٨ ٠٠
٣٢ ٢٠	٦٤ ٠٣	٠٠ ٣٠	٤٦ ٤٦	٤٤ ٤٢	٠٧ ٤٥
٢٩ ٣٠	٦٧ ٤٨	٠٠ ١٥	٤٩ ٢٨	٤٠ ٥٧	٠٧ ٣٠
٢٦ ٤٠	٧١ ٣٣	١٢ ٠٠	٥٢ ٠٧	٣٧ ١٢	٠٧ ١٥
٢٣ ٥١	٧٥ ١٨	١١ ٤٥	٥٤ ٤٢	٣٣ ٢٧	٠٧ ٠٠
٢١ ٠٣	٧٩ ٠٣	١١ ٣٠	٥٧ ١١	٢٩ ٤٢	٠٦ ٤٥
١٨ ١٥	٨٢ ٤٨	١١ ١٥	٥٩ ٣٣	٢٥ ٥٧	٠٦ ٣٠
١٥ ٣٠	٨٦ ٣٣	١١ ٠٠	٦١ ٤٦	٢٢ ١٢	٠٦ ١٥
١٢ ٤٥	٩٠ ١٨	١٠ ٤٥	٦٣ ٤٧	١٨ ٢٧	٠٦ ٠٠
١٠ ٠٣	٩٤ ٠٣	١٠ ٣٠	٦٥ ٣٣	١٤ ٤٢	٠٥ ٤٥
٠٧ ٢٢	٩٧ ٤٨	١٠ ١٥	٦٧ ٠١	١٠ ٥٧	٠٥ ٣٠
٠٤ ٤٤	١٠١ ٣٣	١٠ ٠٠	٦٨ ٠٦	٠٧ ١٢	٠٥ ١٥
٠٢ ٠٨	١٠٥ ١٨	٠٩ ٤٥	٦٨ ٤٩	٠٣ ٢٧	٠٥ ٠٠
٠٠ ٠٠	١٠٨ ٢٧	٠٩ ٣٢	٣٥ ٥١	العصير الأول	
٦٦ ٤٣	جهة القبلة		٢٢ ٤٥	العصير الثاني	

جدول نمرة (٥)

يشتمل على مايلزم لرسم خطوط ساعات بسيطة اليد الغروية لعرض القسطنطينية ٤١°

درجة الشمس (١) السرطان أو ٣٠ الجوزا في ٩ حزيران وعرض البلده = ٤١°

ميل الشمس = ٣٠° ٢٧' ٢٣" ونصف مدة النهار = ١١٢° ٠٩' ٧" ^{فه سا}

تمام ميل الشمس = ٣٠° ٣٢' ٦٦" وغاية الارتفاع = ٣٠° ٢٧' ٧٢"

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	فصل الدائر يعني زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	فصل الدائر يعني زوايا الساعات	ساعات
٧٢ ٢٦	٠٠ ٢١	٤ ٣٠	٠٠ ٠٠	١١٢ ٠٩	١٢ ٠٠
٧٢ ٥	٠٤ ٦	٤ ١٥	٠٢ ٢٧	١٠٨ ٢٤	١١ ٤٥
٧١ ١١	٠٧ ٥١	٤ ٠٠	٠٤ ٥٧	١٠٤ ٣٩	١١ ٣٠
٦٩ ٤٩	١١ ٣٦	٣ ٤٥	٠٧ ٣٠	١٠٠ ٥٤	١١ ١٥
٦٨ ٦	١٥ ٢١	٣ ٣٠	١٠ ٠٥	٩٧ ٠٩	١١ ٠٠
٦٦ ٦	١٩ ٦	٣ ١٥	١٢ ٤٤	٩٣ ٢٤	١٠ ٤٥
٦٣ ٥٢	٢٢ ٥١	٣ ٠٠	١٥ ٢٤	٨٩ ٣٩	١٠ ٣٠
٦١ ٢٩	٢٦ ٣٦	٢ ٤٥	١٨ ٠٧	٨٥ ٥٤	١٠ ١٥
٥٨ ٥٨	٣٠ ٢١	٢ ٣٠	٢٠ ٥١	٨٢ ٠٩	١٠ ٠٠
٥٦ ٢٢	٢٤ ٦	٢ ١٥	٢٣ ٣٧	٧٨ ٢٤	٩ ٤٥
٥٣ ٤١	٢٧ ٥١	٢ ٠٠	٢٦ ٢٤	٧٤ ٣٩	٩ ٣٠
٥٠ ٥٧	٤١ ٣٦	١ ٤٥	٢٩ ١٢	٧٠ ٥٤	٩ ١٥
٤٨ ١١	٤٥ ٢١	١ ٣٠	٣٢ ٠٩	٦٧ ٠٩	٩ ٠٠
٤٥ ٢٣	٤٩ ٦	١ ١٥	٣٤ ٥٠	٦٣ ٢٤	٨ ٤٥
٤٢ ٢٤	٥٢ ٥١	١ ٠٠	٣٧ ٤٠	٥٩ ٣٩	٨ ٣٠
٣٩ ٤٥	٥٦ ٣٦	٠ ٤٥	٤٠ ٣٠	٥٥ ٥٤	٨ ١٥
٣٦ ٥٦	٦٠ ٢١	٠٠ ٣٠	٤٣ ١٩	٥٢ ٠٩	٨ ٠٠
٣٤ ٥	٦٤ ٦	٠٠ ١٥	٤٦ ٠٨	٤٨ ٢٤	٧ ٤٥
٣١ ١٦	٦٧ ٥١	١٢ ٠٠	٤٨ ٥٦	٤٤ ٣٩	٧ ٣٠
٢٨ ٢٧	٧١ ٣٦	١١ ٤٥	٥١ ٤٢	٤٠ ٥٤	٧ ١٥
٢٥ ٣٩	٧٥ ٢١	١١ ٣٠	٥٤ ٢٤	٣٧ ٠٩	٧ ٠٠
٢٢ ٥٢	٧٩ ٦	١١ ١٥	٥٧ ٠٤	٣٣ ٢٤	٦ ٤٥
٢٠ ٧	٨٢ ٥١	١١ ٠٠	٥٩ ٣٩	٢٩ ٣٩	٦ ٣٠
١٧ ٢٣	٨٦ ٣٦	١٠ ٤٥	٦٢ ٠٨	٢٥ ٥٤	٦ ١٥
١٤ ٤١	٩٠ ٢١	١٠ ٣٠	٦٤ ٢٩	٢٢ ٠٩	٦ ٠٠
١٢ ١	٩٤ ٦	١٠ ١٥	٦٦ ٣٩	١٧ ٢٤	٥ ٤٥
٩ ٢٣	٩٧ ٥١	١٠ ٠٠	٦٨ ٣٥	١٤ ٣٩	٥ ٣٠
٦ ٤٩	١٠١ ٣٦	٩ ٤٥	٧٠ ١٣	١٠ ٥٤	٥ ١٥
٤ ١٧	١٠٥ ٢١	٩ ٣٠	٧١ ٢٨	٠٧ ٠٩	٥ ٠٠
١ ٤٨	١٠٩ ٦	٩ ١٥	٧٢ ١٤	٠٣ ٢٤	٤ ٤٥
٠ ٠٠	١١٢ ٩	٩ ٠٤	٣٧ ١٤	العصير الأول	
٧٠ ٢٨	جهة القبلة		٢٣ ٢١	العصير الثاني	
٠٠ ٠٠	وقت صلاة العيد (لا يتغير)				

(١٠٦٦) انحراف القبلة من الجنوب الى الشرق

الشهور	ميل الشمس	نصف مدة الليل	زاوية الدائر بين السويستين المتعاقبتين		التأخر اليومي للشمس الحقيقية	تأخر الشمس اليومي + ٣٦٠ - الفضل بين نصفى ليلتين متعاقبتين			إذا دلت ساعة على ٢٤ ساعة بالضبط في مدة دوران السماء ما بين غروب الشمس في ٣٠ و ٣١ تموز فتدل على كم ساعة ودقيقة وثانية في مدة دورانها ما بين غروبين آخرين يعني ما يكون مقدار تقديم الساعة أو تأخيرها		
			ثانية	دقيقة	ثانية	ثانية	دقيقة	دوجة	ثانية	دقيقة	ساعة
أيلول	١٠	٥١	١٠	٥٣	٨١	٢٠	٢١	٣٥	٣٧	٥٩	٢٣
	١١	٣٣	١٥	٤٦	٨٩	٢٠	١٩	١١	٤٠	٥٩	٢٣
	٢٠	٥٥	٣٤	٤٣	٨٦	٢٠	١٩	١١	٤٠	٥٩	٢٣
	٢١	٩	٩	٢٢	٨٦	٢٠	٣	١٣	٤٤	٥٩	٢٣
	٣٠	٢٤	٧	٢٠	٨٣	٢٠	١٦	١	٥٥	٥٩	٢٣
	١	٥٣	٧	٤٧	٨٣	١٩	١٦	١	٥٥	٥٩	٢٣
	١١	٣٣	١١	٣٥	٧٩	١٧	١٦	١	٥٧	٥٩	٢٣
	١٢	٢٦	١١	٢٤	٧٩	١٧	١٦	١	٥٧	٥٩	٢٣
	٢١	٣٠	١٤	٣٦	٧٦	١٧	١٦	١	٥٧	٥٩	٢٣
	٢٢	١٥	١٥	١٨	٧٦	١٧	١٦	١	٥٧	٥٩	٢٣
تشرين الأول	٣١	١٠	١٧	٤٤	٧٣	١٦	١	١٨	٢٤	٥٠	٢٤
	١	٩	١٧	٢٨	٧٣	١٦	١	١٨	٢٤	٥٠	٢٤
	١١	٢١	٢٠	٣٤	٧١	١٢	٤٤	٤٨	٤٠	٥٠	٢٤
	١٢	٢٩	٢٠	٤٠	٧٠	٨	٤٦	٢٨	٥٦	١	٢٤
	٢١	٤٠	٢٢	٣١	٦٩	٣	٥٧	٢٤	٢	١	٢٤
	٢٢	٤٢	٢٢	٤٥	٦٩	٣	٥٧	٢٤	٢	١	٢٤
	١	١١	٢٣	٧	٦٨	٥٧	٥٧	٢٤	٢	١	٢٤
	٢	٤٤	٢٣	١٠	٦٨	٥٧	٥٧	٢٤	٢	١	٢٤
	٩	٣١	٢٧	٥٠	٦٧	٥٧	٥٧	٢٤	٢	١	٢٤
	١٩	٢٣	٤	٤٤	٦٨	٥	٢٤	٣٨	١١	٢	٢٤
كانون الأول	٢٠	٣٠	٨	٢٢	٦٨	٩	٤٣	٥٤	١٤	٢	٢٤
	٢٩	١٢	٢	٤٣	٦٩	٩	٤٣	٥٤	١٤	٢	٢٤
	٣٠	١٢	٢	٤٣	٦٩	٩	٤٣	٥٤	١٤	٢	٢٤
	١٠	١٥	١٣	٤٦	٧١	١٢	١٤	٢١	١٧	٢	٢٤
	١١	٢٩	١٩	٣٢	٧٢	١٢	١٤	٢١	١٧	٢	٢٤
	٢٠	١٤	١٧	١٥	٧٤	١٦	٥٢	٥٨	١٧	٢	٢٤
	٢١	٥٦	١٦	٢٨	٧٤	١٦	٥٢	٥٨	١٧	٢	٢٤
	٣٠	٣٥	١٤	٤٩	٧٧	١٨	٤٠	٤٥	١٧	٢	٢٤
	٣١	٥١	١٣	٣٧	٧٧	١٨	٤٠	٤٥	١٧	٢	٢٤
	١٠	٥٤	١٠	٥١	٨٠	١٩	٥٣	٣	١٧	٢	٢٤
فبراير	١١	١	١٠	٥٣	٨١	٢٠	٢١	٣٥	٣٧	٥٩	٢٣
	٢٠	٦	٦	٣٧	٨٤	٢٠	٢١	٣٥	٣٧	٥٩	٢٣
	٢١	١٤	٦	٣٣	٨٤	٢٠	٢١	٣٥	٣٧	٥٩	٢٣
	٢٨	٢٤	٣	٥٦	٨٦	٢٠	٢١	٣٥	٣٧	٥٩	٢٣

جدول

يعلم منه الاختلافات الواقعة بين أوقات غروب الشمس في بعض

الشهور	ميل الشمس	نصف مدة الليل	زاوية الدائرتين السويتيتين اللتان يقطعتان غروب المتعاقبتين			التأخر اليومي للشمس الحقيقية	تأخر الشمس اليومي + ٣٦٠ - الفضل بين نصفي ليلتين متعاقبتين يعني مقدار دوران السما مابين غروب آخرين يعني ما يكون مقدار تقدمها أو تأخيرها			اذا دلت ساعة على ٢٤ ساعة بالضبط في مدة دوران السماء ما بين غروب الشمس في ٣٠ و ٣١ تموز فتبدل على كم ساعة ودقيقة وثانية في مدة دورانه ما بين غروب آخرين يعني ما يكون مقدار تقدمها أو تأخيرها		
			الفضل	دقيقه	ثانيه		دقيقه	ثانيه	دقيقه	ثانيه	دقيقه	ثانيه
مارس	٨	٤٣	٨٩	٥٧	٣٨	٣٠	٢٠	٣٥	٨٩	٥٧	٣٨	٣٠
	٩	٤٤	٨٩	٣٧	٣٠	٢٠	١٩	٨٦	٣٢	٣٥	٣٠	٢٠
	١٨	٤٥	٨٦	١٢	١٦	٤	١٩	٨٣	١١	٢٩	٧	٤٥
	٢٨	٤٦	٨٢	٥١	٢٩	٨	١٨	٧٩	٣٨	١٠	١١	٤١
نيسان	٨	٤٦	٧٩	٣٨	١٠	١١	٤٩	٧٦	١٨	٢٩	١٥	١٣
	٩	٤٩	٧٩	١٩	٢١	١٢	٤٩	٧٦	١٨	٢٩	١٥	١٣
	١٨	٤٨	٧٦	٣٥	٥٤	١٤	٢٥	٧٣	٥٠	٥	١٧	٤٥
	١٩	٤٧	٧٦	١٨	٢٩	١٥	١٥	٧٣	٣٤	٥٠	١٨	١٥
ماي	٨	١٣	٧١	٢٧	٣٨	٢٠	٣٨	٦٨	٢١	٣٣	٢٢	٥٩
	٩	١٣	٧١	١٥	٥٠	٢٠	١٣	٦٨	١٦	٢٨	٢٣	٥٩
	١٨	١٣	٦٩	٣٥	٤٣	٢١	١٣	٦٩	٣٥	٤٣	٢١	١٣
	١٩	١٣	٦٩	٢٦	٣٠	٢١	١٣	٦٨	٢١	٣٣	٢٢	٥٩
حزيران	٩	٣١	٦٧	٥٠	٣	٢٣	٢٧	٦٧	٥٠	٣	٢٣	٢٧
	١٩	٥٤	٦٨	١٤	٤	٢٣	٢٧	٦٨	١٤	٤	٢٣	٢٧
	٢٠	٢٩	٦٨	١٨	٥٧	٢٣	٢٧	٦٩	٢١	٤٤	٢٣	٢٧
	٢٩	٣٠	٦٩	٢١	٤٤	٢٣	٢٧	٦٩	٢١	٤٤	٢٣	٢٧
تموز	١٠	٢٦	٧١	٢٠	١١	٢٠	١٢	٧١	٢٠	١١	٢٠	١٢
	١١	٢٦	٧١	٢٠	١١	٢٠	١٢	٧١	٢٠	١١	٢٠	١٢
	٢٠	٢٥	٧٣	٤٠	٣	١٧	٥٥	٧٣	٤٠	٣	١٧	٥٥
	٢١	٢١	٧٣	٥٥	٢٥	١٧	٤٠	٧٣	٥٥	٢٥	١٧	٤٠
اغتسطس	٣٠	١٢	٧٦	٢٢	٥٣	١٥	١٨	٧٦	٢٢	٥٣	١٥	١٨
	٣١	٩	٧٦	٤٠	١١	١٤	٥١	٧٦	٤٠	١١	١٤	٥١
	١٠	٢٧	٧٩	٤٠	٥٥	١١	٣٨	٧٩	٤٠	٥٥	١١	٣٨
	١١	٥	٧٩	٥٩	٤١	١١	١٨	٨٢	٥٢	١٧	٨	٧
اكتوبر	٢٠	٢٣	٨٢	٥٢	١٧	٨	٢٣	٨٢	٥٢	١٧	٨	٢٣
	٢١	٢٨	٨٣	١١	٥٢	٧	٤٥	٨٣	١١	٥٢	٧	٤٥
	٣٠	١٢	٨٦	١٠	٢٣	٤	٢٣	٨٦	١٠	٢٣	٤	٢٣
٣١	١٥	٨٦	٣٠	٣٩	٤	٢٣	٨٦	٣٠	٣٩	٤	٢٣	

نمرة (٣)

وقت مرور الشمس من نصف النهار في أى يوم من أى شهر ويسمى بمجدول تعديل الزمن

شباط			كانون الثانى			كانون الاول			تشرين الثانى			تشرين الاول			ايلول		
ل	ق	ثانية	ل	ق	ثانية	ل	ق	ثانية	ل	ق	ثانية	ل	ق	ثانية	ل	ق	ثانية
٠	١٤	٢٧,١٠	٠	٨	٤٣,٢٣	١١	٥٤	٢٣,٦٢	١١	٤٤	٢٨,٦٨	١١	٤٦	١٣,٠١	١١	٥٥	٤٤,٣٦
٠	١٤	٢٥,٥٨	٠	٩	٠٥,٧٨	١١	٥٥	٠٢,٣٧	١١	٤٤	٣٨,٠٩	١١	٤٥	٥٩,٣١	١١	٥٥	٢٣,٣١
٠	١٤	٢٣,٣٢	٠	٩	٢٧,٧٠	١١	٥٥	٣١,٣٦	١١	٤٤	٤٨,٣٢	١١	٤٥	٤٦,١٤	١١	٥٥	٠٢,٢٠
٠	١٤	٢٠,٣٣	٠	٩	٤٨,٩٥	١١	٥٦	٠٠,٥٨	١١	٤٤	٥٩,٣٨	١١	٤٥	٢٣,٥٢	١١	٥٤	٤١,٠٥
٠	١٤	١٦,٦١	٠	١٠	٠٩,٥١	١١	٥٦	٢٩,٩٩	١١	٤٥	١١,٢٦	١١	٤٥	٢١,٤٧	١١	٥٤	١٩,٨٧
٠	١٤	١٢,١٨	٠	١٠	٢٩,٣٧	١١	٥٦	٥٩,٥٥	١١	٤٥	٢٣,٩٥	١١	٤٥	١٠,٠٠	١١	٥٣	٥٨,٦٩
٠	١٤	٠٧,٠٥	٠	١٠	٤٨,٥٠	١١	٥٧	٢٩,٢٣	١١	٤٥	٣٧,٤٤	١١	٤٤	٥٩,١٣	١١	٥٣	٣٧,٥٢
٠	١٤	٠١,٢٢	٠	١١	٠٦,٨٩	١١	٥٧	٥٩,٠١	١١	٤٥	٥١,٧٥	١١	٤٤	٤٨,٨٨	١١	٥٣	١٦,٣٩
٠	١٣	٥٤,٧١	٠	١١	٢٤,٥٢	١١	٥٨	٢٨,٨٥	١١	٤٦	٠٦,٨٦	١١	٤٤	٣٩,٢٦	١١	٥٢	٥٥,٣١
٠	١٣	٤٧,٥٣	٠	١١	٤١,٣٧	١١	٥٨	٥٨,٧٢	١١	٤٦	٢٢,٧٦	١١	٤٤	٣٠,٣٠	١١	٥٢	٣٤,٣٢
٠	١٣	٣٩,٧٠	٠	١١	٥٧,٤٤	١١	٥٩	٢٨,٦٠	١١	٤٦	٣٩,٤٥	١١	٤٤	٢٢,٠٢	١١	٥٢	١٣,٤٤
٠	١٣	٣١,٢٣	٠	١٢	١٢,٧٠	١١	٥٩	٥٨,٤٥	١١	٤٦	٥٦,٩٢	١١	٤٤	١٤,٤٣	١١	٥١	٥٢,٦٨
٠	١٣	٢٢,١٣	٠	١٢	٢٧,١٥	٠	٠	٢٨,٢٤	١١	٤٧	١٥,١٧	١١	٤٤	٠٧,٥٧	١١	٥١	٣٢,٠٨
٠	١٣	١٢,٤٣	٠	١٢	٤٠,٧٩	٠	٠	٥٧,٩٥	١١	٤٧	٣٤,١٧	١١	٤٤	٠١,٤٤	١١	٥١	١١,٦٦
٠	١٣	٠٢,١٤	٠	١٢	٥٣,٦١	٠	١	٢٧,٥٤	١١	٤٧	٥٣,٩١	١١	٤٣	٥٦,٠٦	١١	٥٠	٥١,٤٥
٠	١٢	٥١,٢٨	٠	١٣	٠٥,٦٠	٠	١	٥٦,٩٨	١١	٤٨	١٤,٣٩	١١	٤٣	٥١,٤٤	١١	٥٠	٣١,٤٧
٠	١٢	٣٩,٨٧	٠	١٣	١٦,٧٦	٠	٢	٢٦,٢٣	١١	٤٨	٣٥,٥٩	١١	٤٣	٤٧,٦٠	١١	٥٠	١١,٧٤
٠	١٢	٢٧,٩٣	٠	١٣	٢٧,٠٩	٠	٢	٥٥,٢٧	١١	٤٨	٥٧,٤٨	١١	٤٣	٤٤,٥٦	١١	٤٩	٥٢,٢٩
٠	١٢	١٥,٤٩	٠	١٣	٣٦,٥٩	٠	٣	٢٤,٠٧	١١	٤٩	٢٠,٠٤	١١	٤٣	٤٢,٣٢	١١	٤٩	٢٣,١٤
٠	١٢	٠٢,٥٨	٠	١٣	٤٥,٢٦	٠	٣	٥٢,٥٨	١١	٤٩	٤٣,٢٦	١١	٤٣	٤٠,٨٩	١١	٤٩	١٤,٣٠
٠	١١	٤٩,٢٢	٠	١٣	٥٣,١١	٠	٤	٠٠,١٢	١١	٥٠	٠٧,١١	١١	٤٣	٤٠,٢٧	١١	٤٨	٥٥,٨٠
٠	١١	٣٥,٤٣	٠	١٤	٠٠,١٥	٠	٤	٢٨,٠٥	١١	٥٠	٣١,٥٦	١١	٤٣	٤٠,٤٨	١١	٤٨	٣٧,٦٥
٠	١١	٢١,٢٢	٠	١٤	٠٦,٣٨	٠	٤	٥٥,٦٢	١١	٥٠	٥٦,٥٨	١١	٤٣	٤١,٥٣	١١	٤٨	١٩,٨٨
٠	١١	٠٦,٦٣	٠	١٤	١١,٨١	٠	٥	٢٢,٨١	١١	٥١	٢٢,١٤	١١	٤٣	٤٣,٤١	١١	٤٨	٠٢,٤٩
٠	١٠	٥١,٦٧	٠	١٤	١٦,٤٤	٠	٥	٤٩,٥٨	١١	٥١	٤٨,٢١	١١	٤٣	٤٦,١٣	١١	٤٧	٤٥,٥٠
٠	١٠	٣٦,٣٧	٠	١٤	٢٠,٢٩	٠	٦	١٥,٩٠	١١	٥٢	١٤,٧٧	١١	٤٣	٤٩,٦٩	١١	٤٧	٢٨,٩٤
٠	١٠	٢٠,٧٣	٠	١٤	٢٣,٣٥	٠	٦	٤١,٧٦	١١	٥٢	٤١,٧٨	١١	٤٣	٥٤,١٠	١١	٤٧	١٢,٨٢
٠	١٠	٠٤,٧٨	٠	١٤	٢٥,٦٣	٠	٧	٠٧,١٤	١١	٥٣	٠٩,٢٠	١١	٤٣	٥٩,٣٥	١١	٤٦	٥٧,١٥
٠	٠٩	٤٨,٥٤	٠	١٤	٢٧,١٤	٠	٧	٣٢,٠٠	١١	٥٣	٣٧,٠٠	١١	٤٤	٠٥,٤٣	١١	٤٦	٤١,٩٥
			٠	١٤	٢٧,٨٨	٠	٧	٥٦,٣٢	١١	٥٤	٠٥,١٥	١١	٤٤	١٢,٣٥	١١	٤٦	٢٧,٢٣
			٠	١٤	٢٧,٨٧	٠	٨	٢٠,٠٧				١١	٤٤	٢٠,١٠			

جدول

يشتمل على الزوال الحقيقي والزمن الوسطى ويعرف منه بالساعة الزوالية

الزوال	مارس		نيسان		مايس		حزيران		تموز		اغسطس	
	ل	دقيقة	ل	دقيقة	ل	دقيقة	ل	دقيقة	ل	دقيقة	ل	دقيقة
١	٩٣٢,٠٢	٠	٩٣٢,٢٧	٠	٠٨,١٠	١١	٥٦	٤٧,١٩	١١	٥٩	٠٢٨,٠٢	٠
٢	٩١٥,١٥	٠	٩١٥,١٢	٠	٠٧,٩٣	١١	٥٦	٠٩,٨٦	١١	٥٩	٠٣٤,٨٧	٠
٣	٨٥٨,٢٤	٠	٨٥٨,٣٢	٠	٠٨,٣٤	١١	٥٦	١٢,٦٤	٠	٠	٠٤١,٢١	٠
٤	٨٤١,٠١	٠	٨٤١,٨٨	٠	٠٩,٣٢	١١	٥٦	٢٥,٥٢	٠	٠	٠٤٧,٠٣	٠
٥	٨٢٣,٥٧	٠	٨٢٣,٨١	٠	١٠,٨٥	١١	٥٦	٣٨,٤٦	٠	٠	٠٥٢,٣١	٠
٦	٨٠٥,٩٤	٠	٨٠٥,١٢	٠	١٢,٩٢	١١	٥٦	٥١,٤٤	٠	٠	٠٥٧,٠٥	٠
٧	٧٤٨,١٥	٠	٧٤٨,٨٢	٠	١٥,٥٢	١١	٥٦	٠٤,٤٤	١٠	٠	٠٦١,٢٣	٠
٨	٧٣٠,٢١	٠	٧٣٠,٩٢	٠	١٨,٦٥	١١	٥٦	١٧,٤٣	١١	٠	٠٦٥,٨٤	٠
٩	٧١٢,١٣	٠	٧١٢,٤٣	٠	٢٢,٣٠	١١	٥٦	٣٠,٣٩	١١	٠	٠٧٠,٨٨	٠
١٠	٦٥٣,٩٣	٠	٦٥٣,٣٦	٠	٢٦,٤٦	١١	٥٦	٤٣,٣١	١١	٠	٠٧٠,٣٤	٠
١١	٦٣٥,٦٣	٠	٦٣٥,٧٢	٠	٣١,١١	١١	٥٦	٥٦,٢٦	١١	٠	٠٧٢,٢٢	٠
١٢	٦١٧,٢٥	٠	٦١٧,٥٢	٠	٣٦,٢٧	١١	٥٦	٠٨,٩٢	٢٠	٠	٠٧٣,٥٠	٠
١٣	٥٥٨,٨١	٠	٥٥٨,٧٨	٠	٤١,٩٢	١١	٥٦	٢١,٥٧	٢١	٠	٠٧٤,١٩	٠
١٤	٥٤٠,٣٣	٠	٥٤٠,٥١	٠	٤٨,٠٥	١١	٥٦	٣٤,٠٨	٢١	٠	٠٧٤,٢٨	٠
١٥	٥٢١,٨٢	٠	٥٢١,٧٣	٠	٥٤,٦٦	١١	٥٦	٤٦,٤٤	٢١	٠	٠٧٣,٧٧	٠
١٦	٥٠٣,٣١	٠	٥٠٣,٤٦	٠	٥٩,٧٣	١١	٥٧	٥٨,٦٣	٢١	٠	٠٧٢,٦٧	٠
١٧	٤٤٤,٨٤	٠	٤٤٤,٧٠	٠	٥٩,٢٦	١١	٥٧	١٠,٦٣	٢١	٠	٠٧١,٩٧	٠
١٨	٤٢٦,٤٢	٠	٤٢٦,٤٧	٠	١٧,٢٣	١١	٥٧	٢٢,٤٢	٢١	٠	٠٨,٦٧	٠
١٩	٤٠٨,٠٧	٠	٤٠٨,٥٥	٠	٢٥,٦٤	١١	٥٧	٣٣,٩٨	٢١	٠	٠٥,٧٨	٠
٢٠	٣٤٩,٨٢	٠	٣٤٩,٦٣	٠	٣٤,٤٧	١١	٥٧	٤٥,٢٩	٢١	٠	٠٢,٢٩	٠
٢١	٣٣١,٧٠	٠	٣٣١,٥٠	٠	٤٣,٧٠	١١	٥٧	٥٦,٣٣	٢١	٠	٠٥,٢٢	٠
٢٢	٣١٣,٧٣	٠	٣١٣,٠٣	٠	٥٣,٣٢	١١	٥٧	٠٧,٠٨	٢١	٠	٠٥٣,٥٧	٠
٢٣	٢٥٥,٩٢	٠	٢٥٥,٥٩	٠	٥٣,٣٢	١١	٥٨	١٧,٥٣	٢١	٠	٠٤٨,٣٤	٠
٢٤	٢٣٨,٣٠	٠	٢٣٨,٧٢	٠	٥٣,٧٢	١١	٥٨	٢٧,٦٦	٢١	٠	٠٤٢,٥٤	٠
٢٥	٢٢٠,٨٩	٠	٢٢٠,٤٤	٠	٥٤,٣٨	١١	٥٨	٣٧,٤٦	٢١	٠	٠٣٦,١٧	٠
٢٦	٢٠٣,٧٠	٠	٢٠٣,٧٤	٠	٥٥,٤١	١١	٥٨	٤٦,٩٠	٢١	٠	٠٢٩,٢٢	٠
٢٧	١٤٦,٧٦	٠	١٤٦,٦٣	٠	٥٦,٧٤	١١	٥٨	٥٥,٩٧	٢١	٠	٠٢١,٧٠	٠
٢٨	١٣٠,٠٨	٠	١٣٠,١١	٠	٥٨,٣٥	١١	٥٧	٠٤,٦٤	٢١	٠	٠١٣,٦١	٠
٢٩	١١٣,٦٧	٠	١١٣,١٩	٠	١٠,٢٣	١١	٥٩	١٢,٦٨	٢١	٠	٠٠٤,٩٥	٠
٣٠	٠٥٧,٥٦	٠	٠٥٧,٨٥	٠	٢٢,٣٥	١١	٥٩	٢٠,٨٨	٢١	٠	٠٥٥,٧٢	٠
٣١	٠٤١,٧٥	٠	٠٤١,٦٨	٠	٢٤,٦٨	١١	٥٩	٣٤,٦٨	٢١	٠	٠٤٤,٩١	٠

جدول غرة (٢)

يشتمل على مايلزم لرسم خطوط ساعات بسيطة اليد الزاوية لعرض ٤١°

فاية ارتفاع مدار السرطان = ٣٠° ٢٧' ٧٢" وفاية ارتفاع معدل النهار = ٤٩° وفاية ارتفاع

مدار الجدى = ٣٠° ٣٢' ٢٥"

درجة الشمس
٣٠ القوس متمم ميل

درجة الشمس
٣٠ السنبلة تمام ميل

درجة الشمس
٣٠ الجوز تمام ميل

الشمس = ٢٧° ١١٣'

الشمس = ١٥° ٩٥'

الشمس = ٣٢° ٦٦'

لاجل خط الساعه الاول قبل الزوال
« الثاني »
« الثالث »
وهلم جرا

ساعات الصباح	ساعات المساء	زوايا الساعات	ارتفاع الشمس المطلوب	ارتفاع الشمس المطلوب	ارتفاع الشمس المطلوب
١١ ٤٥	٠ ١٥	٣ ٤٥	٧٢ ١٥	٤٨ ٣٧	٢٧ ٢٥
١١ ٣٠	٠ ٣٠	٧ ٣٠	٧١ ٢٢	٤٨ ١١	٢٥ ١٠
١١ ١٥	٠ ٤٥	١١ ١٥	٧٠ ٠٦	٤٧ ٣١	٢٤ ٤٢
١١ ٠٠	١ ٠٠	١٥ ٠٠	٦٨ ٢٥	٤٦ ٣٤	٢٤ ٠٤
١٠ ٤٥	١ ١٥	١٨ ٤٥	٦٦ ٢٨	٤٥ ٢٣	٢٣ ١٤
١٠ ٣٠	١ ٣٠	٢٢ ٣٠	٦٤ ١٦	٤٣ ٥٩	٢٢ ١٥
١٠ ١٥	١ ٤٥	٢٦ ١٥	٦١ ٥٤	٤٢ ٢٢	٢١ ٠٦
١٠ ٠٠	٢ ٠٠	٣٠ ٠٠	٥٩ ٢٤	٤٠ ٣٥	١٩ ٤٧
٩ ٤٥	٢ ١٥	٣٣ ٤٥	٥٦ ٤٨	٣٨ ٣٩	١٨ ٢٠
٩ ٣٠	٢ ٣٠	٣٧ ٣٠	٥٤ ٠٨	٣٦ ٣٤	١٦ ٤٥
٩ ١٥	٢ ٤٥	٤١ ١٥	٥١ ٢٥	٣٤ ٢٢	١٥ ٠٢
٩ ٠٠	٣ ٠٠	٤٥ ٠٠	٤٨ ٣٩	٣٢ ٠٣	١٣ ١٣
٨ ٤٥	٣ ١٥	٤٨ ٤٥	٤٥ ٥٢	٢٩ ٣٩	١١ ١٦
٨ ٣٠	٣ ٣٠	٥٢ ٣٠	٤٣ ٠٣	٢٧ ١٠	٩ ١٤
٨ ١٥	٣ ٤٥	٥٦ ١٥	٤٠ ١٤	٢٤ ٣٦	٧ ٠٦
٨ ٠٠	٤ ٠٠	٦٠ ٠٠	٣٧ ١٤	٢١ ٥٩	٤ ٥٢
٧ ٤٥	٤ ١٥	٦٣ ٤٥	٣٤ ٣٤	١٩ ٢٠	٢ ٣٥
٧ ٣٠	٤ ٣٠	٦٧ ٣٠	٣١ ٤٥	١٦ ٣٧	٠ ١٣
٧ ١٥	٤ ٤٥	٧١ ١٥	٢٨ ٥٦	١٣ ٥٢	٢ ١٣
٧ ٠٠	٥ ٠٠	٧٥ ٠٠	٢٦ ٠٨	١١ ٠٦	٤ ٤٢
٦ ٤٥	٥ ١٥	٧٨ ٤٥	٢٣ ٢١	٨ ١٨	٧ ١٤
٦ ٣٠	٥ ٣٠	٨٢ ٣٠	٢٠ ٣٥	٥ ٣٠	٩ ٥٠
٦ ١٥	٥ ٤٥	٨٦ ١٥	١٧ ٥١	٢ ٤٠	١٢ ٢٨
٦ ٠٠	٦ ٠٠	٩٠ ٠٠	١٥ ٠٩	٠ ٠٠	١٥ ٠٨
٥ ٤٥	٦ ١٥	٩٣ ٤٥	١٢ ٢٩	٢ ٥٩	١٧ ٥٠
٥ ٣٠	٦ ٣٠	٩٧ ٣٠	٩ ٥٠	٥ ٤٩	٢٠ ٣٤
٥ ١٥	٦ ٤٥	١٠١ ١٥	٧ ١٥	٨ ٣٨	٢٣ ٢٠
٥ ٠٠	٧ ٠٠	١٠٥ ٠٠	٤ ٤٢	١١ ٢٦	٢٦ ٠٧
٤ ٤٥	٧ ١٥	١٠٨ ٤٥	٢ ١٤	١٤ ١٢	٢٨ ٥٥
٤ ٣٠	٧ ٣٠	١١٢ ٣٠	٠ ١٢	١٦ ٥٧	٣١ ٣٤
٤ ١٥	٧ ٤٥	١١٦ ١٥	٢ ٣٤	١٩ ٤٠	٣٤ ٣٤
٤ ٠٠	٨ ٠٠	١٢٠ ٠٠	٤ ٥٢	٢٢ ٢٠	٣٧ ٢٣
٣ ٤٥	٨ ١٥	١٢٣ ٤٥	٧ ٠٥	٢٤ ٥٨	٤٠ ١٣
٣ ٣٠	٨ ٣٠	١٢٧ ٣٠	٩ ١٣	٢٧ ٣٢	٤٣ ٠٢
٣ ١٥	٨ ٤٥	١٣١ ١٥	١١ ١٥	٣٠ ٠٢	٤٥ ٥١
٣ ٠٠	٩ ٠٠	١٣٥ ٠٠	١٣ ١١	٣٢ ٢٦	٤٨ ٣٨
٢ ٤٥	٩ ١٥	١٣٨ ٤٥	١٥ ٠١	٣٤ ٤٦	٥١ ٢٤
٢ ٣٠	٩ ٣٠	١٤٢ ٣٠	١٦ ٤٤	٣٦ ٥٩	٥٤ ٠٨
٢ ١٥	٩ ٤٥	١٤٦ ١٥	١٨ ١٩	٣٩ ٠٤	٥٦ ٤٨
٢ ٠٠	١٠ ٠٠	١٥٠ ٠٠	١٩ ٤٦	٤١ ٠١	٥٩ ٢٣
١ ٤٥	١٠ ١٥	١٥٣ ٤٥	٢١ ٠٥	٤٢ ٥٠	٦١ ٥٤

خط صلاة العيد = ٠٠ رر ٥ فوق الافق يعنى جهة الزوال
خط العصرين وجهة القبلة موجود في الجدول (٥ الى ١٥)
خط وقت الزوال مرسوم بالطبع

خط وقت الامساك = ٣٠ ٢١ تحت الافق يعنى جهة اليسار
خط وقت الفجر وصلاة العشاء = ١٨ رر ٠٠ »
خط وقت الطلوع والغروب = ٠٠٠٠ المبدأ

جدول نمرة (١)

يشتمل على مايلزم لرسم تقسيمات الشهور من ٥ الى ٥ أيام على حرف بسيطة اليد
لعرض ٤١

يعنى غايات ارتفاعات الشهور من ٥ الى ٥ أيام

الشهور	الايام	غايات الارتفاعات	الشهور	الايام	غايات الارتفاعات	الشهور	الايام	غايات الارتفاعات
		درجه			درجه			درجه
		دقيقه			دقيقه			دقيقه
		٣٧			٤٤			٧٢
	٥	٠٣		٥	٤٤		٥	٢٣
	١٠	٠١		١٠	٥٦		١٠	٢٧
	١٥	٤٢		١٥	١٢		١٥	٢٠
	٢٠	٣٦		٢٠	٣٣		٢٠	٠٣
	٢٥	٣٢		٢٥	٠٠		٢٥	٣٦
	٢٨	٤٣		٣١	١٧		٣٠	٥٩
	٢٩			٣١			٣٠	
	٥	٤١		٥	٠٠		٥	١٢
	١٠	٣٩		١٠	٥١		١٠	١٧
	١٥	٣٧		١٥	٥١		١٥	١٣
	٢٠	٣٣		٢٠	٠٢		٢٠	٠٢
	٢٥	٢٨		٢٥	٢٣		٢٥	٤٢
	٣١	٤٢		٣٠	٥٥		٣١	٥٩
	٥	٢٩		٥	٣٨		٥	٢٥
	١٠	١٢		١٠	٣٣		١٠	٤٧
	١٥	٥٠		١٥	٤٠		١٥	٠٤
	٢٠	٢٣		٢٠	٠٠		٢٠	١٧
	٢٥	٤٩		٢٥	٣١		٢٥	٢٦
	٣٠	٠٨		٣١	٢٢		٣١	١٠
	٥	٢٠		٥	١٧		٥	١٥
	١٠	٢٣		١٠	٢١		١٠	١٨
	١٥	١٨		١٥	٣٤		١٥	٢٢
	٢٠	٠٣		٢٠	٥٦		٢٠	٢٥
	٢٥	٣٩		٢٥	٢٥		٢٥	٢٩
	٣١	٠٩		٣١	٢١		٣٠	٣٥

المداول المذكورة
في متن الكتاب

قد رصد الميل المذكور في الصين ١١٠٠ سنة قبل الميلاد فوجد = ٢٣,٥٢,٠٠
 » » » » في مارسيليا ٥٣٠ سنة بعد الميلاد فوجد = ٢٣,٤٩,٢٠
 » » » » في مصر بمعرفة ابن يونس ١٠٠٠ سنة بعد الميلاد فوجد = ٢٣,٣٤,٢٦
 » » » » في الصين ١٢٨٠ سنة بعد الميلاد فوجد = ٢٣,٣٢,٠٢
 » » » » في سمرقند بمعرفة الوغ بك سنة ١٤٣٧ فوجد = ٢٣,٣١,٤٨
 » » » » في انكلتره بمعرفة برادلي سنة ١٧٥٠ فوجد = ٢٣,٢٨,٣٢
 » » » » في أيامنا هذه فوجد = ٢٣,٢٧,١٥

ويؤخذ من ذلك أنه من مدة ٢٩٨٥ سنة لم يتفق في الارصاد المختلفة مقداران
 متساويان للميل الاعظم بل هو آخذ في التناقص وبالتأمل يظهر أن متوسط التناقص
 السنوي هو نصف ثانية تقريبا

فاذا دام التناقص على هذه النسبة يصير دقيقه واحدة في ١٢٥ سنة ودرجة واحدة
 في ٧٥٠٠ سنة ويصير التناقص مساويا للميل الاعظم نفسه في ١٧٧٠٠٠ سنة
 ويكون الميل المذكور اذذاك صفرا وتنطبق دائرة البروج على دائرة المعدل فيزول
 وقتئذ الاختلاف الذي بين الليل والنهار ولا يبقى تعاقب للفصول مثل الآن أي ان
 الليل يكون مساويا للنهار أبدا ويكون لجميع سكان الارض فصل واحد وهو الربيع
 ولكن هيهات ان يحصل ذلك لان الميكانيكية الفلكية أثبتت لعلماء أوروبا ان
 اختلاف الميل الاعظم المذكور انما هو ناشئ عن تقارب دائرة البروج ودائرة المعدل
 في مدة ثم تباعدهما في مدة أخرى وسبب ذلك حركة خصوصية للكرة الارضية وقد
 حسبوا سعة اهتزاز هاتين الدائرتين فوجدوا انه وقما تكون دائرة البروج على أعظم
 بعد من دائرة المعدل يكون الفرق بين ذلك البعد والميل يساوى درجة واحدة
 وعشرين دقيقة وكذلك وقما تكون على أقرب بعد منها فعلى هذا اذا كان الميل
 الاعظم آخذا الآن في التناقص فسيجيء وقت ينتهي فيه هذا التناقص فيبتدئ في
 التزايد وهكذا الى ما شاء الله وهو اعلم بالصواب

يوما ماعدا شهر شباط فانه اما أن يكون ٢٨ يوما أو ٢٩ على حسب كون السنة بسيطة أو كبيسة كما بينا ذلك في مادة (١٩٦) فلعرفة السنين الميلادية الكبيسة والسنين العادية نقسم عددها على ٤ فان لم يبق باق تكون كبيسة والا فبسيطة وقد بينا في المادة المذكورة أنه في كل أربعة أعصر تكون ثلاث سنين بسيطة وواحدة كبيسة فلعرفة العصر الذي يكون آخر سنه كبيسة نقسم عدده على ٤ فان تمت القسمة برقم واحد في الخارج بصرف النظر عن الاصفار تكون السنة المفروضة كبيسة والا فبسيطة مثلا اذا فرضنا سنة ٣٠٠٠ نقسمها على ٤ فنقول ٢٠ تحتوي على ٤ خمس مرات ويبقى صفر فالسنة المفروضة كبيسة

(في بعض توقعات مجزبة)

(١٩٩) لاشبهة في ان اختلاف الفصول ناشئ عن حركة الشمس على دائرة البروج بمقدار معلوم كل يوم الى ان تتمها في سنة كاملة فاذا تصورنا في أثناء هذه الحركة الاشعة الواصلة بين احدى نقط الشمس وآفاق النقط التي على سطح الارض نرى انها تكونت نارة مائلة جدا على تلك الآفاق وأخرى مائلة قليلا عليها فالاشعة التي تكون مائلة على أفق ما أو تستمر قليلا عليه تحدث حرارة قليلة بخلاف القائمة عليه أو التي تبقى كثيرا على ذلك الاق فانهما تحدث عليه حرارة شديدة فالبرودة والحرارة بميل الاشعة المذكورة على الآفاق وعدم ميلها عليها أو قلته ولا شئ أن كثرة الاهوية وقلتها ووقت الزراعة والحصاد ووقوع أوراق الاشجار واخضرارها وانتقال بعض الطيور من مكان الى آخر كلها أمور متعلقة بحرارة الاماكن وبرودتها وقد علم بالاستقراء أوقات حصول هذه الامور فانظرها في الجدول الذي حررناه كما ترى في (شكل ١٠٥) فانه يحتوي على أهمها وعلى أيام الاشهر الرومية الزوليموسية وتقاسم درجات البروج المقابلة لها وقد كتبنا في الدائرة الداخلية كل حادثة أمام اليوم ودرجة البروج التي تكون فيها الشمس وقت حصولها

(في التغيير السنوي لميل الشمس الاعظم)

(٢٠٠) قلنا في مواد كثيرة ان ميل الشمس الاعظم يعادل ثلاثا وعشرين درجة وثمانيا وعشرين دقيقة وكأن ذلك على وجه التقريب لان الغرض مما ذكر في جميع تلك المواد رسم الميل المذكور بواسطة المنقلة وهذا المقدار كاف لذلك الغرض فاذا أردت معرفة هذا المقدار بالضبط فعليك بالنظر في الجدول الآتي

عن التواريخ التي كانت مستعملة عند السلف واستحسن فيها أن الدولة العلية تستعمل السنة الشمسية بأخذها يوم الاعتدال الخريفي المقابل للهجرة مبدأ لها وتسمى حينئذ بالسنة الشمسية الهجرية

فإذا استعملت الدولة العلية السنة الشمسية بهذه الكيفية يلزم تقسيمها طبيعة الى اثني عشر شهرا وتكون محتوية على (٣٦٥,٢٤٢,٢١٧) يوما كما هو جار في الحساب الغره غواري ثم يصرف النظر عن هذا الكسر ويضاف بدله يوم كامل في كل رابع سنة فثلاث سنين تكون بسيطة أي مركبة من ٣٦٥ يوما والرابعة كبيسة ومركبة من ٣٦٦ يوما وحيث انه يبقى كسر آخر يعادل (٠,٠٠٧٧٨٣) وهو يكون ثلاثة أيام في مدة ٤٠٠ سنة ففي كل أربعة عصور يطرح من ثلاث سنوات كبيسة يوم واحد فتصير بسيطة

وأما أسماء الشهور التي يلزم استعمالها فأرى أنها تكون عين أسماء البروج وفاقا لجودت باشا أو تبقى الاسماء المستعملة الآن ولكن يجعل ايلول أول شهر مقابل لأول درجة من برج الميزان وتكون أيام الأشهر مرتبة على نسق أشهر تاريخ الميلاد الافرنجي غير أنه يوجد حينئذ فرق بين السنة الشمسية الهجرية والسنة الافرنجية بقدر ٢٣ يوما أعنى أول يوم من آية سنة من سنينا تقابل اليوم الرابع والعشرين من سنهم وعلى ذلك يكون آخر يوم من سنة ١٣٠٢ هجرية قرية ١٥ من سنة ١٢٦٤ هجرية شمسية ويوم الخميس ٨ من تشرين الاول من سنة ١٨٨٥ ميلادية افرنجية فإذا عملت التقاويم على هذا النسق لا تتغير الفصول الاربعة مدة ٣٥٣٣ سنة ولكن يبقى كسر كل أربعمائة سنة قدره ٠,١١٣٢ من اليوم الواحد ويصير يوما كاملا بعد الآن بقدر ٣٥٣٣ سنة ففي ذلك الحين تسقط سنة كبيسة فتراجع الفصول كما كانت بالضبط

(في كيفية معرفة عدد أيام الشهور الرومية والكبيسة من سنينها والبسيطة)
(١٩٨) لاجل معرفة ما تبلغ أيامه من الاشهر الرومية ٣١ وما تبلغ ٣٠ تقبض على يدك اليسرى كما ترى في (شكل ١٠٤) وتعد الشهور بالابتداء من كانون الثاني على مفاصل أصابعك وما بينها بالابتداء من مفصل السبابة وبعد ما تصل الى مفصل الخنصر ترجع ثانيا حتى تصل الى السبابة وهم جرا الى ان تعد الاثني عشر شهرا فالشهور التي تقع على المفاصل هي ذات ٣١ يوما والتي تقع ما بين المفاصل ٣٠

العدد على ٧ يبقى ١ وحيث ان هذا الباقي يقابل يوم الخميس فابتداء الهجرة كان يوم الخميس ١٥ تموز سنة ٦٢٢ افرنجية كما تقدم ذكره

٣٠ يوما من محرم

٢٩ » » صفر

١٢ » » ربيع الاول

فالمجموع = ٧١ يوما

وكذلك من ١٤ تموز الى آخره ١٦ يوما و ٦ ساعات

من اغسطس ٣٠ يوما

من ايلول ٢٣ يوما و ١٨ ساعة

فالمجموع = ٧١ يوما أيضا

أى ان وصوله عليه الصلاة والسلام الى المدينة كان بعد ابتداء السنة الهجرية بقدر ٧١ يوما وسأبقي ان هذا اليوم يقابل يوم الجمعة الموافق للرابع والعشرين من ايلول سنة ٦٢٢ ميلادية فاذا بحثنا في التقويم عن طول الشمس في ٢٣ ايلول وعشر دقائق وكسور نجد ١٨١° وحيث ان ١٨٠° تدل على البروج الشمالية الحمل والثور والجوزاء والسرطان والاسد والسنبلة فاذا صرفنا النظر عنها يبقى معنا درجة واحدة فيتخلص انه في يوم دخول النبي عليه الصلاة والسلام في المدينة كانت الشمس في أول درجة من برج الميزان أعنى يوم تساوى الليل والنهار في ختام فصل الصيف وابتداء فصل الخريف

فينتج مما ذكر انه لو استعملت الدولة العلية السنة الشمسية بأخذ أول درجة الميزان مبدأ لها تنتظم سنوها المالية كما لا يخفى ولا سيما ان هذا المبدأ يقابل تشریف نحر الكائنات عليه أفضل الصلاة والسلام للمدينة المنورة ويكون هناك مصادفة غريبة جدا

وقد أثبت بالحساب أيضا طاهر أفندى أحد رؤساء منجمي عصرنا هذا قبل الان بنحو عشرين سنة أن دخول النبي عليه الصلاة والسلام المدينة المنورة كان وقت وجود الشمس في أول درجة الميزان وأدخل ذلك في حساب التقويم السنوى وقد سلك هذا المسلك من خلفه من أرباب التقاويم الى هذه الايام وكذلك ألف المؤرخ الشهير جودت باشا أحد أفاضل علماء هذا العصر رسالة اسمها (تقويم الادوار) بحث فيها

عن

هذا اليوم مبدأ وحسبنا تلك الايام بالعكس الى أن نصل الى أول يوم من السنة الهجرية نجد هذا اليوم بالنسبة الى الحساب الغره غوارى ودونك صورة العمل

١٨٨٥ ميلاديه سنة ٥٧٧١ هجرية	من شهر تشرين الاول سنة ١٨٨٥ ٨ أيام	
	» » ايلول » » ٣٠ »	
	» » اغسطس » » ٣١ »	
	» » تموز وحريران ومايس » » ٩٢ »	
	» » نيسان ومارث وشباط » » ٨٩ »	
	» » كانون الثانى » » ٢١ »	

المجموع ٢٨١ يوما

الايام التى فى ١٢٦٢ سنة ميلادية = ١٢٦٢ × ٣٦٥,٢٤٢٢١٧ = ٤٦٠,٩٣٥,٦٧٧٨٥٤ يوما
١٨٨٤ - ١٢٦٢ = ٦٢٢

وأيام كانون الاول من هذه السنة = ٣١

» تشرين الثانى منها = ٣٠

» تشرين الاول » = ٣١

» ايلول » = ٣٠

» اغسطس » = ٣١

ومن تموز ١٦,٢٤٤٦٨٢

٤٦١٨٥٣,٦٢٢٥٣٦

وهو عند يساوى عدد الايام التى فى ١٣٠٢ سنة قريه كما تقدم

تموز = ٣١

١٦,٢٤٤٦٨٢

١٤,٧٥٥٣١٨ = ١٤ يوما و ١٨ ساعة و ٧ دقائق و ٣٦ ثنيه

أى أن مبدأ التاريخ الهجرى بالنسبة لاهل الهيئه كان فى ١٥ تموز سنة ٦٢٢ ميلادية افرنجيه وأما بالنسبة لعامة الناس الذين ينوطون حسابهم بظهور الهلال فكان فى ١٦ منه ولتحقيق ذلك بحساب آخر نقول انه يوجد ٤٦١٣٥٨ يوما من ابتداء التاريخ المذكور الى آخر سنة ١٣٠٢ وآخرها يوم خيس فاذا قسمنا ذلك

شمسية كانت ٩ أيام منها متداخلة في سنة ١٢٨٧ قريه و ٣٥٤ يوما في سنة ١٢٨٨ ويومان في سنة ١٢٨٩ فلا يفهم من اسم تلك السنة الشمسية هل كانت من السنة القمرية الاولى أو الثانية أو الثالثة ولا يخفى ماينتج من ذلك من الخلل في التقييدات واذا فرضنا سنة ١٣٠٢ المالية نرى ان أول مارث منها يوافق ٧ جادى الاولى من سنة ١٣٠٣ قريه وهذا الفرق آخذ في التزايد وحيث انه لايعرف للسنة المالية مبدأ معلوم فاذا فرض يوم منها لايعلم مقدما أى يوم من السنة القمرية يوافق ذلك اليوم

واذ كان لابد من حصول هذا الفرق بين السنتين المذكورتين فكان يلزم بالاقبل عند بلوغ هذا الفرق سنة كاملة أن يصرف النظر عن سنة من سنى المالية فعند ختام سنة ١٢٥٥ مالية مثلا يلزم صرف النظر عن سنة ١٢٥٤ وبإتداء سنة ١٢٥٦ وكذلك كان يلزم محو سنة ١٢٢١ التى هى بين ١٢٢٠ و ١٢٢٢ ولم نعلم هل حصل ذلك المحو أولا فاذا كان من الضروري الاستمرار على المعاملة بالسنة المالية المذكورة فلا بد من اجراء ما ذكرناه من المحو فالسنة ١٢٨٨ كان يلزم محوها أيضا فينتقل من سنة ١٢٨٧ الى سنة ١٢٨٩

واذا كان هذا المحو ضروريا فهل يكفى بمجرد اصلاح هذا الحساب كلا فاصلاحه يتوقف على أكثر من هذا المحو وعندى انه بدلا عن البحث عن طريقة لاصلاحه يبحث وهو الصواب عن طريقة لتركه بالمره ويتظر فى العمل بوجه آخر

واذ كان الغرض من السنة الشمسية المالية انما هو عدم وقوع الاختلاف بينها وبين الفصول فمن السهل المحافظة على هذا الغرض بوسيلة أسهل استعمالا ولنقدم ما بدا لنا فى هذا الموضوع فنقول

من المعلوم أن نبينا عليه أفضل الصلاة والسلام لما هاجر من مكة المكرمة وصل الى المدينة فى الثانى عشر من ربيع الاول من السنة الاولى الهجرية فلنبحث عن الدرجة والبرج اللذين كانت فيهما الشمس فى ذلك اليوم ولاجل ذلك نلقت الى أنه من أول يوم من السنة الهجرية الى آخر سنة ١٣٠٢ مضى أيام عددها

$$٤٦١٣٨٥,٩٢٢٥٣٦ = ١٣٠٢ \times ٣٥٤,٣٦٧٠٦٨ \text{ يوما}$$

أما آخر سنة ١٣٠٢ المذكورة فهو يوم الخميس كما يظهر بالحساب ويقابل ٨ تشرين الاول من السنة الميلادية الافرنجية أى الغرة غوارية فاذا أخذنا

اذ كان موظفوها في مركز السلطنة من عساكر وغير عساكر قلابي العدد ولما كان أكثر الإيرادات يتحصل على حساب الشهور القمرية كانت الحكومة تصرف الاستحقاقات في تلك الشهور أيضا بدون أن يحدث من ذلك خلل في موازنة الخزينة نعم ان بعض الالتزامات المتعلقة بالعشور وغيرها كانت تدفع على حساب السنة الشمسية ولكن لاجل ابقاء تلك الموازنة كان يضم اليها مبالغ أخرى تسمى بالتفاوت الحسن

ويرى في وقائع سنة ١٢٠٩ من تاريخ جودت ان الدفتردار عثمان أفندي المورلى قدّم الى الدولة تقريرا في تلك السنة بين فيه أنه مع وجود التفاوت الحسن المذكور لم تزل الخزينة تخسر شيئا من جعل هذه الإيرادات على حساب السنة الشمسية والمصاريف على حساب السنة القمرية ورأى لزوم جعل المصاريف على حساب السنة الشمسية أيضا فقررت الدولة حينئذ سنة شمسية مخصوصة بالأمور المالية حسابها مبنى على الهجرة وأشهرها مأخوذة من الشهور السريانية والرومانية وأيامها ذات أيام الشهور الرومانية ودونك أسماءها وعدد أيامها

مارث	= ٣١ يوما	ابلول	= ٣٠ يوما
نيسان	= ٣٠ »	تشرين الاول	= ٣١ »
مايس	= ٣١ »	تشرين الثاني	= ٣٠ »
حزيران	= ٣٠ »	كانون الاول	= ٣١ »
تموز	= ٣١ »	كانون الثاني	= ٣١ »
أغسطس	= ٣١ »	شباط	= ٢٨ أو ٢٩ »

وجعل شهر مارث أول السنة لان الالتزامات كانت تدفع في فصل الربيع فتراهم يقولون في المكاتبات المالية شهر مارث أو نيسان أو ... وهكذا من سنة كذا هجرية

وحيث ان شهر شباط يكبس كل أربع سنين فيكون بين السنة القمرية التي طولها ٣٥٤ وثلث يوم تقريبا والسنة الشمسية التي طولها ٣٦٥ وربيع يوم تقريبا فرق بقدر عشرة أيام واثنتين وعشرين ساعة أى أحد عشر يوما تقريبا أى ان السنة الشمسية المذكورة تزيد عن السنة القمرية بهذا المقدار ولا يخفى ماينتج عن ذلك من الاختلال لان السنة المالية تكون متداخلة في أكثر من سنة قمرية واحدة ففي سنة ١٢٨٧

كان في ذلك العهد وهو غره غوار الثالث عشر أمر بإصلاح هذا الخلل فلاحظوا ان الكسرة ٠,٠٠٧٨. قد صار في مدة ١٢٥٧ سنة ٩,٨٠٤٦ أى عشرة أيام فلاسقاط هذه الزيادة حسبوا الخامس من تشرين الاول سنة ١٥٨٢ بالخامس عشر منه فرجع سير الفصول كما كان سنة ٣٢٥ ولأجل عدم وقوع خلل في المستقبل رأوا أن الفرق المذكور يبلغ في كل اربعمائة سنة ٠,٠٧٨ × ٤٠٠ = ٣٠,١٢ أى ٣١ يوم فاتفقوا على ازالة هذه الزيادة بمحذف ثلاث سنين كبيسة من كل اربعمائة سنة وجملوا سنة ١٦٠٠ كبيسة و ١٧٠٠ و ١٨٠٠ و ١٩٠٠ بسيطة ثم ٢٠٠٠ كبيسة والمئات الثلاث الآتية بسيطة وهلم جرا

وقد حكم البابا المذكور بإبطال الطريقة الزوليوسية واتباع قاعدته في أوائل مارث سنة ١٥٨١ فجميع البلاد التي كانت مطيعة للكنيسة قبلوا ذلك في الحال مثل فرنسا واسبانيا والبرتغال وإيطاليا وأما الدانيماركة والفلمنك وعلى الخصوص المتبعين لمذهب البروتستانت لم يقبلوها الا سنة ١٧٠٠ والانكليز سنة ١٧٥٢ والآن قد قبلتها جميع ممالك أوروبا ماعدا الروس والاروام كما قلنا وفي الشرق بعض من المسيحيين

والتقويم الغره غوارى المذكور أدق التقويمات نعم انه يبقى على حسابه بالطريقة المذكورة كسرة قليل وهو ٠,١٢ من اليوم ولأجل أن يصير يوما واحدا يلزم مضى مايزيد عن الثلاثة آلاف سنة الا أنه بالجملة فرق لا يكاد يشعر به

وقد مر أنه في سنة ١٥٨٢ أى وقت تبديل التقويم الزوليوسى بالتقويم الغره غوارى كان الفرق بين هذين التقويمين عشرة أيام وقد زاد الآن هذا الفرق بيومين لان سنة ١٧٠٠ وسنة ١٨٠٠ عدتا كبيستين في التقويم الزوليوسى وبسيطتين في الغره غوارى ولذلك ترى فرقا بين حساب الروس واليونان وبين حساب سائر الافرنج بقدر ١٢ يوما وبعد ١٥ سنة تصير السنة الميلادية ١٩٠٠ وتكون بسيطة في الحساب الغره غوارى وكبيسة في الزوليوسى فيصير الفرق المذكور حينئذ ١٣ يوما ويبقى الفرق مساويا لهذا العدد الى سنة ٢١٠٠ ومن هذه الى سنة ٢٢٠٠ يصير ١٤ ومن ٢٢٠٠ الى ٢٣٠٠ يصير ١٥ ومن هاته الى سنة ٢٥٠٠ يصير ١٦ وهلم جرا

(في السنة المالية العثمانية)

(١٩٧) في أوائل أيام الدولة العلية كانت الإيرادات تحصل ثم تصرف في محل قبضها

عدد الايام	أسماء الاشهر	عدد الايام	أسماء الاشهر
٣١	ژانوار يوس	٣١	كينتيلس
٢٨/٢٩	فبروار يوس	٣١	سكستيلس
٣١	مارتيوس	٣٠	سبتمبر
٣٠	ابريلس	٣١	اكتوبر
٣١	مايوس	٣٠	نومبر
٣٠	يونوس	٣١	دسمبر

فصارت الايام في كل ثلاث سنوات متوالية ٣٦٥ يوما وفي السنة الرابعة ٣٦٦ كما ذكر وتذكارا لهذا الاصلاح المنسوب لژولسيزار أبدل اسم الشهر السابع (كينتيلس) بشهر ژوليوس كما انه أبدل الثامن (سيكتيلس) فيما بعد بشهر اوغوستوس ومعناه المقدس وذلك تذكارا للامبراطور اوغوستوس

ثم في سنة ٣٢٥ ميلادية او ١٠٧٩ رومية أعنى بعد ژولسيزار بقدر ٣٧٠ سنة قرر الجمع النيقاوى (قونسل ده نيسه) وهو مجلس كان يشتغل بالامور الروحانية استعمال الاصلاح الژوليوسى ولكن باعتبار المبداء تاريخ ميلاد سيدنا عيسى فعلم به في جميع البلاد المسيحية الى سنة ١٥٨٢ ولم تزل تستعمله الآن الروس واليونان وبعض مسيحي الشرق

(في التقويم الغره غورى)

انه على فرض صحة القاعدة الژوليوسية يكون متوسط السنة ٣٦٥,٢٥ يوما وحيث ان السنة الحقيقية هي ٣٦٥,٢٤٢٢ يوما فتكون الاولى أعظم من الاخرى بقدر كسر اليوم ٠,٠٠٧٨ أى ١١ دقيقة و ١٣ ثانية و ٩٢ جزءاً من المائة من الثانية فكل مائة سنة ژوليوسية تزيد عن السنة الحقيقية بقدر ٠,٧٨ أى ١٨ ساعة و ٤٣ دقيقة و ١٢ ثانية ففي هذه المدة تقهقر بالضرورة نقطة الاعتدال من موضعها الحقيقي بهذا المقدار نعم ان هذا القدر لا يؤثر في هذه المدة تأثيراً ظاهراً ولكنه يمرور الاعصار بعظم جدا حتى يظهر منه تأثير في التواريخ المقررة فقد شوهد ان في سنة انعقاد الجمع النيقاوى أى سنة ٣٢٥ وصلت الشمس الى نقطة الاعتدال الربيعي في ٢١ مارث ثم في سنة ١٥٨٢ وصلت اليها في ١١ مارث فلما رأى ذلك البابا الذى

الثانية لها من ١٣ شهرا أى من (٣٧٧) يوما والسنة الثالثة من ١٢ شهرا أيضا
أى من (٣٥٥) يوما والسنة الرابعة من ١٣ شهرا ولكن من (٣٧٨) يوما وعلى
هذا القياس فصار عدد أيام كل أربع سنين ١٤٦٥ يوما فيكون متوسط عدد أيام
السنة الواحدة (٣٦٦) يوما وربيع يوم وهو عدد أكبر من عدد أيام السنة الشمسية
بزيادة عن يوم واحد وبعد قليل ظهر هذا الفرق للامير المتقدم ذكره فجاء بإصلاح
جديد ولكن لم يحصل تطبيقه فاما أن يكون ذلك من عدم فهم الرؤساء الروحانيين
الذين كانوا منوطين بحساب التقويم أو من عدم اعتنائهم بذلك الاصلاح فنتج من
اهمالهم هذا اختلاط كل في ترتيب الفصول حتى جاء وقت في آخر الجمهورية كانت
نقطة اعتدال ربيع السنة على بعد ثلاثة شهور من نقطة اعتدال ربيع الكرة
السموية أى ان الشمس في اليوم الذى وجدت فيه حقيقة على نقطة الربيع كانت
معتبرة فيه أنها على نقطة الانقلاب الصيفي

(في تقويم زوليان)

ولاجل اصلاح الخطأ المتقدم ذكره أضافوا الى سنة ٧٠٧ جمهورية أى سنة ٤٧
قبل سيدنا عيسى عليه السلام شهرين زيادة عن الشهر (٣٠ يوما) الذى كانوا
يضيفونه فصارت تلك السنة مركبة من ٤٤٥ يوما (وعلى قول بعض المؤلفين ٤٤٣
يوما) وسميت بالسنة المضطربة وبعد ذلك بسنتين أى فى سنة ٧٠٩ جمهورية
الموافقة لسنة ٤٥ قبل سيدنا عيسى أراد زول سيزار (هو زول قيصر أى الامبراطور)
ازالة هذا الخلل فحلب من الاسكندرية الفلكي الشهير سيديوجين وكلفه بذلك فجعل
السنة مركبة من ٣٦٥ يوما وربيع يوم وحيث ان هذا الكسري يصير يوما واحدا
كل أربع سنين اتفقوا على جعل ثلاث سنين بسيطة ذات ٣٦٥ يوما وسنة كبيسة
ذات ٣٦٦ يوما وهى الرابعة

وكان الرومانيون يسمون أوائل شهورهم بكلمة فالانداس (ولهلمها أصل كلمة فالاندري
المستعملة الآن عند الافرنج بمعنى تقويم) فسموا اليوم الذى أضافوه الى رابع سنة
(يسكتوفالانداس) أى السادس الثانى من ابتداء مارث لانهم أضافوه ما بين ٢٣
و ٢٤ شباط وسموا تلك السنة يسكستيل (أى الكبيسة) ثم زادوا أشهر (نوما) بقدر
عشرة أيام فصارت السنة مركبة من اثني عشر شهرا مرتبة على النسق الاتي وهو

عدد الايام	أسماء الشهور	عدد الايام	أسماء الشهور
٣١	مارتيوس (مارث)	٣٠	سكستيلس
٣٠	ابريليوس (ابريل)	٣٠	سبتمبر
٣١	مايوس (مه)	٣١	اكتوبر
٣٠	يونوس (ژوين)	٣٠	نوفمبر
٣١	كينتيلس	٣٠	ديسمبر

فكان عدد أيام السنة ٣٠٤ وابتدأها شهر مارتوس ولما ظهر للامير (نوما) عدم انطباق هذا الترتيب على الفصول كما لا يخفى أخذ في اصلاحه على نسق التقويم اليوناني فأضاف شهرا أيامه ٢٩ سماه (ژانواريموس) وجعله أول الشهور ثم شهرا آخر أيامه ٢٨ يوما سماه (فبرواريموس) وجعله آخر الشهور فصارت السنة مركبة من ١٢ شهرا ولأجل امكان اتفاقها مع السنة القمرية حذف يوما واحدا من شهوره الاصلية التي كانت ٣٠ يوما فصارت الشهور كلها فردية العدد ماعدا شهر فبرواريموس لان الرومانيين كانوا يعتقدون ان الاعداد الفردية أشرف وأسعد من الزوجية فهذه الطريقة صارت السنة الرومانية مرتبة هكذا

عدد الايام	أسماء الشهور	عدد الايام	أسماء الشهور
٢٩	ژانواريموس	٣١	كينتيلس
٢٨	فبرواريموس	٢٩	سكستيلس
٣١	مارتيوس	٢٩	سبتمبر
٢٩	ابريليس	٣١	اكتوبر
٣١	مايوس	٢٩	نومبر
٢٩	يونوس	٢٩	ديسمبر

أى مركبة من ٣٥٥ يوما

ولما كانت السنة على هذا الترتيب قريبة جدا من السنة القمرية أرادوا تقريبها أيضا من السنة الشمسية فاتفقوا على ان يضيفوا كل سنتين شهرا أيامه ٢٢ يوما أو ٢٣ يوما فصارت السنة الاولى مركبة من اثني عشر شهرا أى من (٣٥٥) يوما والسنة

٤٣ وحيث انه لا يوجد في العمود الذى على اليمين نفرقه الى قسمين ٣٠ و ١٣ ونبحث عن العدد ١٣ في العمود المذكور وعن العدد ٣٠ في أول صف أفقى ونخرج على الصف الأفقى الذى فى حذاء الاول وعلى الصف الرأسى الذى فى حذاء الثانى فهذان الصفان يتلاقيان على خانة يكون فيها العدد ٦ الدال على رقم اليوم المطلوب فهو اذن يوم الجمعة

وقد حرر الوغ بك جدولاً آخر لمعرفة غرر الشهور وهو هذا (١)

محرم	الخميس	الجمعة	السبت	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء
صفر	السبت	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
ربيع الاول	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
ربيع الآخر	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الاحد	الاثنين
جادى الاولى	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الاحد	الاثنين	الثلاثاء
جادى الآخرة	الجمعة	السبت	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس
رجب	السبت	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
شعبان	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الاحد
رمضان	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الاحد	الاثنين
شوال	الخميس	الجمعة	السبت	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء
ذوالقعدة	الجمعة	السبت	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس
ذوالحجة	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت

فاذا أردنا معرفة غرة رمضان سنة ١٣٠٣ مثلاً نبحث ابتداء عن غرة هذه السنة باحدى الطريقتين المتقدمتين فنجدها يوم الجمعة ثم نبحث عن هذا اليوم فى الخانات الافقية التى فى حذاء خانة شهر محرم ونخرج منه على الصف الاول الرأسى ثم نخرج من خانة شهر رمضان على الصف الأفقى فهذان الصفان يتلاقيان فى خانة يكون فيها الغرة المطلوبة وهى يوم الأربعاء

(فى تقويم الرومانيين)

(١٩٦) كانت السنة عند الرومانيين بمقتضى التقويم القديم الذى وضعه رومولوس فى مدة الجمهورية الاولى فى رومة مركبة من ٣٠٤ أيام ومنقسمة الى عشرة أشهر وهذا بيانها

(١) ان الوغ بك وضع هذا الجدول بارقام أيام الاسبوع وقد بدلتها نحن باسمائها اه

ولسهولة معرفة دخول السنين الهجرية القمرية قد وضع الوغ بك الجدول الآتي

١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٣٠	٠	
٧	٢	٤	٦	١	٢	٥	١
٤	٦	١	٣	٥	٧	٢	٢
٢	٤	٦	١	٣	٥	٧	٣
٦	١	٣	٥	٧	٢	٤	٤
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	٥
١	٣	٥	٧	٢	٤	٦	٦
٥	٧	٢	٤	٦	١	٣	٧
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	٨
٧	٢	٤	٦	١	٣	٥	٩
٤	٦	١	٣	٥	٧	٢	١٠
٢	٤	٦	١	٣	٥	٧	١١
٦	١	٣	٥	٧	٢	٤	١٢
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	١٣
١	٣	٥	٧	٢	٤	٦	١٤
٥	٧	٢	٤	٦	١	٣	١٥
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	١٦
٧	٢	٤	٦	١	٣	٥	١٧
٤	٦	١	٣	٥	٧	٢	١٨
٢	٤	٦	١	٣	٥	٧	١٩
٦	١	٣	٥	٧	٢	٤	٢٠
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	٢١
١	٣	٥	٧	٢	٤	٦	٢٢
٥	٧	٢	٤	٦	١	٣	٢٣
٢	٤	٦	١	٣	٥	٧	٢٤
٧	٢	٤	٦	١	٣	٥	٢٥
٤	٦	١	٣	٥	٧	٢	٢٦
٢	٤	٦	١	٣	٥	٧	٢٧
٦	١	٣	٥	٧	٢	٤	٢٨
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	٢٩
١	٣	٥	٧	٢	٤	٦	٣٠

وكيفية استعماله أن يطرح كما تقدم ٢١٠ من السنة المفروضة بقدر ما يمكن ثم يدخل

على الجدول بالفاضل الذي هو أقل من هذا العدد

مثلا إذا أردنا معرفة غرة سنة ١٣٠٣ فنجري عملية الطرح المذكورة فنجد العدد

$$\frac{13}{30} \times 1 = \frac{43}{30}$$

$$\text{نحفظه } 0 = 0 \times 1$$

$$12 = 1 - 13$$

ويعتقضى ما ذكر في الملة السابقة نجد انه في مدة ١٢ سنة يكون ٤ سنين كيسة
و ٨ بسيطة

$$20 = 0 \times 4$$

$$32 = 4 \times 8$$

$$\text{المحفوظ } 0 = 0 \times 1$$

$$0$$

$$62$$

$$\frac{1}{7} \times 8 = \frac{12}{7}$$

فباقى القسمة ٦ هو رقم اليوم المطلوب فهو اذن يوم الجمعة
وفي الحقيقة اذا بحثنا في تقويم تلك السنة نرى ان اجتماع شهر محرم يحصل يوم
الخميس قبل الزوال بساعتين ويرى الهلال ليلتها فتكون الجمعة أول السنة
وأما غرر الشهور فطريق معرفتها ان تعد الشهور التي مضت من السنة وتبحث عن
عدد الشهور التي فيها ٣٠ يوما على حسب جدول المادة (١٩٣) وتضربه في ٢
وتضيف الى الحاصل عدد الشهور التي فيها ٢٩ يوما ثم تضيف الى المجموع رقم يوم
أول السنة المفروضة فما كان اقسمه على ٧ فباقى القسمة يدل على رقم اليوم الذي هو
الغرة المطلوبة

مثال ذلك - اذا أريد معرفة غرة رمضان سنة ١٣٠٣ يجرى العمل هكذا
قبل رمضان مضى ثمانية أشهر ٤ منها ذات ٣٠ يوما و ٤ ذات ٢٩ يوما فنقول

$$8 = 2 \times 4$$

$$4 = 4 \times 1$$

$$\text{غرة أول يوم السنة} = 6$$

$$\text{المجموع} = 18$$

$$\frac{42}{7} = \frac{18}{7}$$

فالباقى ٤ هو رقم غرة رمضان فهو اذن يوم الاربعاء

ولسهولة

وهي ان تطرح من السنة التي تريد معرفة غرتها عدد ٢١٠ ثم تطرح من الفاضل أيضا ذلك العدد ثم من الفاضل الثاني وهكذا حتى تجد فاضلا أقل من ٢١٠ (١) فتقسمه على ٣٠ وتضرب الخارج الصحيح في ٥ وتحفظ الحاصل ثم تطرح واحدا من باقي القسمة وتفرق من الباقي عدد السنين الكبيسة وعدد السنين البسيطة بمقتضى ما ذكر في المادة السابقة وتضرب عدد الكبيسة في ٥ وعدد البسيطة في ٤ وتضيف الحاصلين الى الحاصل الاول المحفوظ ثم تضيف ٥ الى المجموع فما كان تقسمه على ٧ فيدل باقي القسمة على رقم اليوم المطلوب من أيام الاسبوع فهو أول يوم في السنة وترتيب أيام الاسبوع هكذا

الاحد الاثنين الثلاثاء الاربعاء الخميس الجمعة السبت
(١) (٢) (٣) (٤) (٥) (٦) (٧)

وان لم تجد خارجا للقسمة تفرضه ٧ ويكون المطلوب يوم السبت

مثال ذلك — لنبحث عن أول يوم من سنة ١٣٠٣

١٣٠٣

٢١٠

١٠٩٣

٢١٠

٨٨٣

٢١٠

٦٧٣

٢١٠

٤٦٣

٢١٠

٢٥٣

٢١٠

٤٣

(١) هذا يؤخذ الى قسمة عدد السنين المفروضة على ٢١٠ ويكون الفاضل الذي هو أقل من ٢١٠ هو الباقي القسمة اه مترجم

وهو يصير يوما واحدا في كل ٣٢,٦٩١٤٩ شهرا كالا يخفى فثلاثا تضعيع هذه المدة سدى اتفقوا على انهم يضيفون هذا اليوم الى ذى الحجة كل سنتين أو ثلاث سنين فتكون السنون العربية مركبة تارة من ٣٥٤ يوما وأخرى من ٣٥٥ يوما وهذه تسمى بالكبيسة وتلك بالبيسة

وحيث ان الكسر المتقدم ذكره ٠,٣٦٧٠٦٨ في كل ثلاثين سنة يصير ١١,٠١٢٠٤ يوما ففي كل ثلاثين سنة من ابتداء الهجرة الى هذه الايام يوجد احدى عشرة سنة كبيسة وتسع عشرة بسيطة واتفقوا على ان السنين الكبيسة تكون السنين ٧٥٥٢ و١٠١٣ و١٥٩ و١٨١ و٢١٩ و٢٤٩ و٢٦٩ و٢٩٩ وما بقي من الثلاثين تكون بسيطة وهذه القاعدة مستعملة عند مؤققي الاسلام الى هذه الايام

وعلى ذلك يكنى لمعرفة السنة هل هي كبيسة أو بسيطة قسمة عددها على ٣٠ فان كان الباقي من ضمن الاعداد المتقدمة الذكر تكون السنة المفروضة كبيسة أعنى لذى حجتها ٣٠ يوما والا فبسيطة مثال ذلك لمعرفة ما اذا كانت سنة ١٣٠٣ هجرية كبيسة أو بسيطة نقسمها على ٣٠ فيبقى ١٣ وهو عدد موجود ضمن أعداد السنين الكبيسة فالسنة المفروضة كبيسة وبعض المؤلفين جعل السنة السادسة عشرة كبيسة بدلا من الخامسة عشرة ولكنه غير معمول به فلا يخل بالقواعد المذكورة

ولما وزعت الاحد عشر يوما على السنين الكبيسة ترك الكسر ٠,١٢٠٤ وهو يصير يوما كاملا كل ٢٤٩١,٧ سنة فلاجل تصحيح التقويم يلزم ان يضاف يوم الى السنة الثانية عشرة من السنين الثلاثين التالية لسنة ٢٤٩١ هجرية أعنى بعد (١٣٠٣) بألف ومائة وثمان وثمانين سنة

(في كيفية معرفة غرر السنين والشهور العربية)

(١٩٥) قد وضع علماء الاسلام لمعرفة أيام دخول السنين والشهور جملة قواعد وعددوا جملة طرق يطول شرحها ولنكتف منها بذكر قاعدة الوجود بك (١) ففيها غنى عن الجميع

(١) هو الوجود بك مرزا محمد تاراغى بن شاهرخ بن تيمورلنك ولد سنة ٧٩٦ هجرية وتقلد الحكم على سمرقند وهو من اعلم علماء الفلك وله زيج مشهور ومعتبر الى هذا العصر وكان من الفضل بالمكان الاعلى ولكن كان يتقدمه التنجيم فكان الصف الكامن في البشر له غلبة على العلم والكمال مهما كانت الرجال نقل انه اخذ يوما طالع نفسه فوجد بالحساب انه سيقبل يدا به الا كبر عبد اللطيف فطفق من ذلك الوقت يذيق ابنه المذكور اشد العذاب ويعامله بالشد والنف حتى اوفر صدره فحمد الى قتل ابيه وقتله بالفضل بيده سنة ٨٥٤ هـ

(في التاريخ العربي أى السنة الهجرية القمرية)

(١٩٣) معلوم في التواريخ ان نبينا عليه أفضل الصلاة والسلام هاجر من مكة المشرفة في أواخر شهر صفر وفي الثامن من ربيع الثاني وصل الى قباء بالقرب من المدينة المنورة وبعد بضعة أيام شرفها بقدمه واقامته الى الوفاة وبعد ذلك بسبع عشرة سنة في مدة خلافة سيدنا عمر رضى الله عنه اعتبرت الهجرة النبوية مبدأ لتاريخ الاسلام وابتدأت السنة العربية القمرية بشهر محرم وهذا التاريخ يقابل يوم الجمعة سادس عشر تموز سنة ستمائة واثنين وعشرين ميلادية ودونك أسماء الأشهر العربية وعدد أيامها

٣٠ محرم	٣٠ رجب
٢٩ صفر	٢٩ شعبان
٣٠ ربيع الاول	٣٠ رمضان
٢٩ ربيع الآخر	٢٩ شوال
٣٠ جمادى الاولى	٣٠ ذوالقعدة
٢٩ جمادى الآخرة	٢٩ أو ٣٠ ذوالحجة

فيكون عدد أيام السنة تارة ٣٥٤ وأخرى ٣٥٥

فيتلخص من ذلك ان السنة الهجرية القمرية تتركب من اثني عشر شهرا بالكيفية المشروحة ويتبدى كل منها بوقت اجتماع النيرين أى الشمس والقمر ثم ان الحسابات الفلكية وان كانت كافية لتعيين هذا الوقت الا انه لا بد لثبوت دخول الشهر ثبوتا شرعيا من رؤية الهلال وهذا يستوجب ضرورة مكث القمر على الافق بعد غروب الشمس

والمتوسط بين الاجتماعين المتعاقبين هو ٢٩,٥٣٠,٥٨٩ يوما

(في السنين العربية الكبيسة)

(١٩٤) يعلم مما تقدم ان السنة القمرية هي المدة التي بين غرة محرم وغرة محرم التالى له أى المدة التي بين اجتماع النيرين والاجتماع الثالث عشر بعده فاذا حسبنا متوسط هذه المدة بالنسبة الى دوران الشمس والقمر مدة ثلاثين سنة نجد أنه يساوى ٣٥٤,٣٦٧,٠٦٨ يوما فاذا فرضنا أحد الشهور ٣٠ يوما والتالى له ٢٩ ثم ٣٠ ثم ٢٩ كما تقدم تكون السنة مركبة من ٣٥٤ يوما فقط وبقي الكسر ٣٦٧,٠٦٨,٠

فائمه الكتاب

(في التقويم القمري والشمسي)

في الايام ومبادئها (ملخصاً من كتاب أبي الحسن المراكشي)

(١٩٢) من المعلوم ان المدة التي بين شروق الشمس في أى محل كان وبين غروبها تسمى عند كل قوم على حسب لغتهم بالنهار والتي بين غروب الشمس وبين شروقها تسمى بالليل

وكلمة يوم عند العرب تدل على مجموع نهار وليلة واحدة وهو عبارة عن الدورة الواحدة التي تتمها الشمس في مدة أربع وعشرين ساعة وبعضهم أطلق كلمة يوم على النهار فقط اطلاقاً حقيقياً وجعل ابتداءه وقت طلوع الشمس وهو خطأ محض

لانه يوجد بالقرب من قطبي الكرة الارضية جهات يكون فيها النهار في قسم من السنة مساوياً لليلة أيام من غير ليل ويكون فيها الليل في القسم الآخر من السنة مساوياً لعدة أيام من غير نهار وأما سائر الجهات فتكون الايام فيها مركبة من نهار وليل

وابتداء اليوم عند العرب وقت دخول الليل أى وقت غروب الشمس في البلد الذي يكون فيه الانسان وانتهائه وقت الغروب التالي له (١) فهم يقدمون الليل على النهار وسبب ذلك ان ابتداء الشهر عند المسلمين يتعلق برؤية الهلال ولما كان أول هلال لا يمكن رؤيته الا عند غروب الشمس لزم أن يكون وقت الغروب مبدءاً للشهور ولما كان الشهر مركباً من أيام كوامل كان أول اليوم الغروب

وأما الامم التي لا تبدي شهورها برؤية الهلال فابتداء أيامهم وقت شروق الشمس وانتهائها اللحظة التي يليها الشروق التالي فيكون النهار عندهم متقدماً على الليل (٢) وأما أهل الهيئة فالיום عندهم هو المدة التي بين مرور الشمس بنصف النهار ومرورها به مرة ثانية فيبتدئ بوقت الزوال وينتهي بوقت الزوال التالي له

(١) حيث ان ساعاتنا غروبية فعلياً ان نعتبر اليوم من الغروب الى الغروب التالي له وكثير من الناس لا يراعون ذلك فاذا كتبوا خطاباً في ليلة تراهم يضعون عليه تاريخ النهار الذي تقدم وهو خطأ محض

(٢) الاوروبيون اليوم خالفوا هذه القاعدة فأيامهم العامية (ژور سيفيل) تبتدئ من نصف الليل أى قبل اليوم الفلكي بأربع عشرة ساعة اهـ

(تنبيه) يرى في الشكل (ج) ان

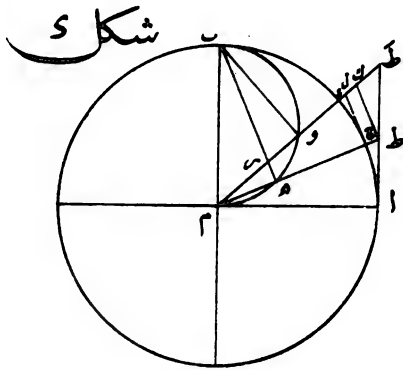
م هـ = هـ = جيب (ج)

ن هـ = جيب (ج)

م هـ = هـ = جيب (ج) جيب (ج)

وهي مقادير في غاية من الطرافة (انتهى)





(٥) لرسم المماس ا ط ط شكل د ثم خطى

ط ك ط ل موازين للعمود ب ه فيكون

مماس $(s + r) = a + b + c$

ولنا في الثلاثين ط ط ك و م م م

$$\frac{\partial b}{\partial r} = \frac{\partial b}{\partial r} \text{ ومنها } \frac{\partial b}{\partial r} = \frac{\partial b}{\partial r}$$

ثم في الثلاثين م ط ك و م ج ل

$$\frac{\text{ط ك}}{\text{ج ل}} = \frac{\text{م ط}}{\text{م ج}} \text{ ومنها } \text{ط ك} = \text{م ط} \times \text{ج ل}$$

ولكن $b = b - h$ ولنا في المثلثين $m h m$ و $m j l$

$$\frac{\text{هـ}}{\text{ج}} = \frac{\text{م}}{\text{ج}} \text{ ومنها هـ} = \text{م} \times \text{ج ل}$$

وحيث ان (ا ط) = مماس (ح) و (م ط) = قاطع (ح) و (ج ل) = مماس (د) و (ب هـ)

= نجیب (ج) و (مھ) = جیب (ج) یکن

$$\text{مماس} (s + 7) = \text{مماس} (7) + \text{ط ط}^-$$

$$\text{طط} = \frac{\text{قاطع (ح)}}{\text{مماس (س)}} \times \text{مماس (س)}$$

ب م = تحبب (ج) - ه م

ھ = جیب (ج) × مماس (س)

فبالتعويض يحدث

$$\frac{\text{قَطْع (ح) مِمَّاس (س)}}{\text{تَجِيب (ح) - جِيب (ح) مِمَّاس (س)}} + \text{مِمَّاس (ح)} = \text{مِمَّاس (س + ح)}$$

وبقسمة حدى الكسر الاخير على تجيب (ح) نجد

$$\frac{\text{مماس (د)}}{\text{نجيب (د)}} + \text{مماس د} = \text{مماس (د + د)}$$

$$\frac{\text{مماس (د)} + \text{مماس (ج) - مماس (د) مماس (ج)}}{\text{مماس (د) مماس (ج) - ۱}} =$$

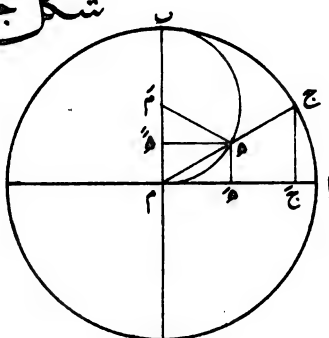
$$\frac{\text{مماس (د)} + \frac{\text{مماس (د)}}{\text{نجیب (د)}} (1 - \text{جیب (د)})}{1 - \text{مماس (د)} \text{مماس (د)}} =$$

ولكون ۱ - جیب۱ = نجیب۱ بحث

$$\frac{\text{مماس (ج) + مماس (د)}}{\text{مماس (ج) مماس (د) - 1}} = \text{مماس (د + ج)}$$

وهو ما أوردنا سابقاً

(فیه)



ولنصل نقطة هـ الى مركز الدائرة الصغرى مـ

فتحدث زاوية هـ م م مساوية لضعف الزاوية

المفروضة لان الاولى يقبها قوس م هـ والثانية

يقسها نصف هذا القوس فلنا اذن

جیب (۶۲) = جیب (۴۴) (۴۴)

ولنرسم الاعددة ج ج و ه ه و ه ه

فیکون

جیب (م م ه) = $\frac{م ه}{م}$

$$m = \frac{m}{m}$$

ولنأى المثلثين (م هـ هـ) و (م ج جـ)

$$\frac{m}{j} = \frac{m}{j} \text{ ومنها } m = j \times m$$

$$م\text{'} = حيب \times نجيب$$

ولكون هـ م $\frac{1}{4}$ م ب يعنى $\frac{1}{4}$ لان م ب = ١ ، بالفرض ينتج أن

$$\frac{\text{جیب و جیب ح}}{\frac{1}{2}} = \text{جیب م م ه}$$

و بناء عليه

جیب ۲ = ۲ جیب ۲ جیب ۲

وهو المطلوب

(٤) لنا في الشكل الأخير

$$\text{نجیب} \ ٦ = \text{نجیب} \ ٧ = \frac{\text{نجیب} \ ٧}{\text{نجیب} \ ٧}$$

ولكن مَ هـ = مَ م - م هـ ومن المعلوم ان

$$\overline{m} = \overline{m} \times m \text{ و منها } m = \overline{m} = \overline{m} \text{ جیب (۶)}$$

فیکون

م. ه. = $\frac{1}{4}$ - جيب (7)

و بناء عليه

$$\frac{\frac{1}{r} - \text{جیب } A}{1} = \text{جیب } M$$

ومنه

تجیب ۲۲ = ۱ - ۲ جیب ۲۲

وهو المطلوب

$$\frac{و}{د} = \frac{د}{م} \text{ ومنها } و = د \times \frac{د}{م}$$

ولكن $و = د - ب - هـ$ وفي المثلثين (م ر هـ) و (م د ح) نجد

$$\frac{و}{د} = \frac{هـ}{م} \text{ ومنها } و = د \times \frac{هـ}{م}$$

فيكون

$$د - ب - هـ = د \times \frac{هـ}{م}$$

واذن

$$و = د (د \times \frac{هـ}{م} - ب - هـ)$$

$$د = د \times \frac{هـ}{م} - ب - هـ$$

وبناء على ذلك

$$م + و = د \times \frac{هـ}{م} - ب - هـ + د = د \times \frac{هـ}{م} - ب - هـ + د$$

$$د = د \times \frac{هـ}{م} - ب - هـ + د$$

ولكن $د = د - ا$ بمقتضى شكل العروس ينتج ان

$$م = د \times \frac{هـ}{م} - ب - هـ + د$$

ولكن حسب قاعدة المكاب

$$د = ح + جيب د$$

$$م = هـ + جيب م$$

فلنا اذن

$$جيب (د + م) = جيب د + جيب م$$

وهو المطلوب

(٢) لنا في المثلثين المتشابهين (ب و م) و (م د ح) (شكل ب)

$$\frac{و}{د} = \frac{م}{ح} \text{ ومنها } و = د \times \frac{م}{ح}$$

ولكن قد وجدنا ان

$$ب - هـ = د \times \frac{م}{ح}$$

فاذن يكون

$$و = د (د \times \frac{م}{ح} - ب - هـ)$$

ومنها

$$و = د \times \frac{م}{ح} - ب - هـ$$

وبمقتضى قاعدة المكاب

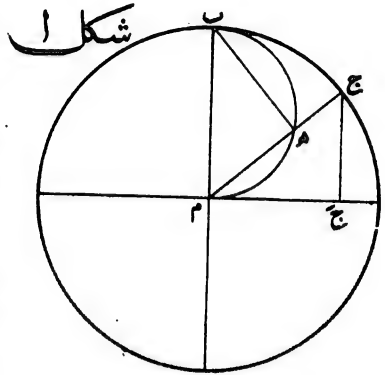
$$جيب (د + م) = جيب د + جيب م$$

وهو المطلوب

يقول المترجم

من نظر فيما كتبه دولة المؤلف هنا على الربع المجيب يقف على كنز عظيم من الكنوز التي أودعها في هذا الكتاب الجليل ويحتل كثيرا من النفائس التي أسكنها في عباراته فالمطالع فيه يجد أبيات الفوائد الرياضية مدالة وصاحبها مسهلة ولا تقف فوائد القواعد المذكورة فيه على الاعمال المطلوبة من الربع بل يمكن الانتفاع بها في مطالب أخرى مهمة ويستخرج منها نتائج مفيدة في حساب المثلثات يمكن ادخالها في كتبه الدراسية لسهولة تعلمها مع سمو مدرستها فارجع البصر مثلا لما ذكر في قائمة المادة ١٥٥ صحيفة ٢٤٧ تجد ما هذا نصه :

« اذا رسمنا على السيتي نصف دائرة (ق ل) (شكل ٨٢ و ٨٣) فالبعد (ب ح) الذي بين المركز (ب) ونقطة تقاطع الخيط بنصف الدائرة المذكورة يكون مساويا للخيط (ب م) الذي هو جيب القوس المنتهى في (م) »



وبعبارة أخرى لتكن دائرة (م) (شكل ١) ولنفرض نصف قطرها مساويا للواحد فنالعلوم ان جيب القوس ا ج هو ج ج ونمام جيبه م ج فاذا رسمنا نصف الدائرة ب ه م على نصف القطر م يكون البعد م ه مساويا للجيب ج ج ولنصل ب ه فيحدث مثلث ب ه م = مثلث م ج ج ويكون ه ب مساويا لتمام الجيب م ج

فهذه القاعدة على وحارة عبارتها وسهولة تصورها يمكن استعمالها في اثبات جملة قوانين مساحية بطريق الهندسة فلنبعث مثلا عن اثبات هذه القوانين لشهرتها :

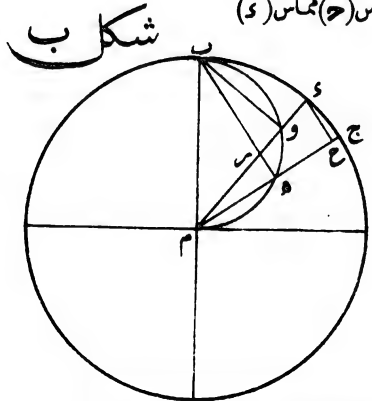
$$(١) \text{ جيب } (ا + ب) = \text{ جيب } ا \text{ جيب } ب + \text{ نجيب } ا \text{ نجيب } ب$$

$$(٢) \text{ نجيب } (ا + ب) = \text{ نجيب } ا \text{ نجيب } ب - \text{ جيب } ا \text{ جيب } ب$$

$$(٣) \text{ جيب } (ا - ب) = \text{ جيب } ا \text{ نجيب } ب - \text{ جيب } ا \text{ جيب } ب$$

$$(٤) \text{ نجيب } (ا - ب) = \text{ نجيب } ا \text{ جيب } ب - \text{ جيب } ا \text{ جيب } ب$$

$$(٥) \text{ مماس } (ا + ب) = \frac{\text{مماس } ا + \text{مماس } ب}{١ - \text{مماس } ا \text{ مماس } ب}$$



فنقول :

$$(١) \text{ لنفرض قوس } (ا ج) = ب \text{ (شكل ب)}$$

$$\text{وقوس } (ج د) = ا$$

فلنا حسب قاعدة الكتاب

$$م و = \text{ جيب } (ا + ب) = ا + ب$$

وفي المثلثين المتشابهين (م ه ب) و (م د ج) نجد

$$\frac{م ه}{م د} = \frac{م ه}{م د} \text{ ومنها } م ه = م د$$

ثم في المثلث (ب و م) و (م د ج) لنا

أو

$$\text{جيب } \angle ع = \frac{\text{جيب } ك}{\text{جيب } ب} = \text{جيب } م$$

بفرض (ك) تمام عرض الكوكب و (ب) تمام ميله و (م) أو (د - ع) الفاصل بين طول الكوكب وطول الانقلاب فبعد استخراج تعديل المطالع (ح) يضم الى مطالع الانقلاب (د ع) فتعلم مطالع الكوكب (د ع ح)

واذا كان طول الانقلاب أعظم من طول الكوكب يلزم طرح تعديل المطالع من مطالع الانقلاب والمستعمل في أيامنا هذه استخراج المطالع بواسطة القانون الذي ذكرناه في مادة (١٧٢)

(في العمليات على الكواكب)

(١٩١) اذا اعتبر ميل الكوكب في مقام ميل الشمس يمكن تطبيق جميع ما تقدم فيما يتعلق بالشمس على الكواكب فيمكن إيجاد نصف التعديل ونصف القوس ووقت وصول الكوكب الى نصف النهار ووقت شروقه ودائرته وفضل دائره وسمته وبطرح نصف القوس من مطالعه نجد مطالع شروقه البلدية وبضماها الى نصف القوس يحدث طالعه وغاربه وهلم جرا

مطالع الشروق والغروب تعلم أية نقطة من معادل النهار وجدت على الافق الشرقى وأية نقطة وجدت على الافق الغربى وقت الارتفاع المذكور وهاتان النقطتان تسميان بطالع وقت الارتفاع وغارب وقت الارتفاع وبالبحت عن متوسطيهما وتطيريهما تعلم أوتاد الوقت الاربعة

(فى استخراج مطالع الكواكب)

(١٩٠) اذا كان عرض الكوكب المطلوب تعيين مطالعه صفرا يكون الكوكب المذكور على دائرة البروج ويمكن حينئذ ايجاد مطالع طوله بالطريقة التى تقدمت فيما يختص بالشمس واذا كان له طول وعرض وكان الطول مساويا لطول أحد الانقلابين أو أقل أو أعظم منه تستخرج مطالعه من هذين القانونين

$$\text{جيب تعديل مطالع الكوكب} = \frac{\text{جيب تمام عرضه}}{\text{جيب تمام طوله}} \times \text{جيب الفاضل بين طوله}$$

وطول الاقرب من الانقلابين

مطالع الكوكب = مطالع أقرب الانقلابين \pm تعديل مطالع الكوكب
فاذا كان طول الانقلاب أعظم من طول الكوكب تؤخذ العلامة - واذا كان أكبر منه تؤخذ العلامة +

وطريق ايجاد هذين القانونين أن يقال ليكن (و) محور العالم (شكل ١٠٣) و (ك) محور دائرة البروج و (ع ع) معادل النهار و (ع ع) دائرة البروج و (ب) الكوكب المفروض و (ق ب) دائرة ميله و (ك ب م) دائرة الطول فيكون القوس (د ع) المطالع المطلوبة فاذا استخراجنا القوس (ه د) أو تمامه (ح ع) وأضفناه الى مطالع الانقلاب (ع) وهى (د ع) يحصل المطلوب

لتكن (ب ه) قوسا من الدائرة العظمى المارة بنقطة الاعتدال (ه) والكوكب (ب) فلنا فى المثلثين القائمى الزاوية (ب ح ه) و (ب م ه)

$$\text{تجيب ب ه} = \text{تجيب ه د} \times \text{تجيب ب د}$$

$$\text{تجيب ب ه} = \text{تجيب ه م} \times \text{تجيب ب م}$$

$$\text{تجيب ه د} \times \text{تجيب ب د} = \text{تجيب ه م} \times \text{تجيب ب م}$$

$$\text{تجيب د ه} = \frac{\text{تجيب ب م}}{\text{تجيب ه م}} \times \text{تجيب ب ه}$$

الاعتدال الربيعي من جهة الشرق وطلوع الشمس وبعبارة أخرى هي قوس من معدل النهار محصور بين نقطة الاعتدال الربيعي ونقطة معدل النهار المذكور التي توجد على الافق الشرقي وقمما تصل اليه نقطة معلومة من دائرة البروج كالشمس مثلاً وهي كمية متغيرة بالنسبة لكل أفق ومبدؤها نقطة الاعتدال الربيعي المذكور ولاستخراجها يلاحظ ان الافق يمر بمركز العالم وينقسم كل دائرة عظمى الى قسمين متساويين فاذا طرح نصف قوس نهار أى يوم من مطالعه الفلكية المستقيمة يكون الباقي عبارة عن المطالع البلدية المطلوبة وتسمى حينئذ بمطالع الشروق البلدية واذا كان نصف قوس النهار المذكور أعظم من المطالع الفلكية المستقيمة يضاف الى هذه ثلثمائة وستون درجة وي طرح من الحاصل نصف قوس النهار

(مثال ليوم ٢٠ اغسطس لعرض ٤١°)

المطالع الفلكية المستقيمة = ٢٥٠,٧٧٤٥ مادة (١٨٨)

نصف قوس النهار = ٩٧,٧٧٠٠

المطالع البلدية = ١٥٣,٧٧٤٥

ويرى من ذلك ان المطالع المذكورة هي مطالع شروق فاذا طرح منها نصف قوس الليل لليوم المقروض أو أضيف للمطالع الفلكية المستقيمة الى نصف قوس النهار يعلم ما يسمى مطالع النظير أو مطالع الغروب وهي عبارة عن قوس معدل النهار المحصور بين نقطته القارية وقت شروق الشمس ونقطة الاعتدال الربيعي بحساب هذا القوس على اتجاه ترتيب البروج

(مثال لليوم والعرض المذكورين آنفاً)

المطالع البلدية = ١٥٣,٧٧٤٥ + ٣٦٠ (١)

قوس الليل = ١٦٦

مطالع النظير = ٣٤٧,٧٧٤٥

المطالع البلدية = ٢٥٣,٧٧٤٥

نصف قوس النهار = ٩٧,٧٧٠٠

مطالع النظير = ٣٤٧,٧٧٤٥

واذا أضيف ما مضى من طلوع النهار الى مطالع الشروق يحصل مطالع الوقت أى اذا أخذ ارتفاع الشمس في وقت من أوقات النهار وحسب دائرة الارتفاع ثم أضيف الى

(١) اذا كان المطروح منه أصغر من المطروح يضاف الى الاقل مقدار الدورة الواحدة أى ٣٦٠°

(مثال ليوم ٢٠ اغسطس)

لنفرض أن

$$\begin{aligned} 8^\circ &= \text{ميل الشمس} \\ 82^\circ &= \text{وقام الميل} \\ 23^\circ 28' &= \text{والميل الاعظم} \\ 66^\circ 32' &= \text{وقام الميل الاعظم} \\ \text{وطول الشمس} &= 10^\circ 249' \text{ لمبدأ انقلاب الشتاء} \end{aligned}$$

فباستعمال القانون

$$270^\circ - \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب (270^\circ - \text{الطول})} = \text{المطالع الفلكية}$$

نجد

$$\begin{array}{r} 270^\circ 00' \\ - 10^\circ 249' \\ \hline \end{array}$$

$$207,054 = (270^\circ - \text{الطول})$$

$$\text{قوس} \frac{\text{جيب } 66^\circ 32'}{82^\circ} \times \text{جيب } 207,054 = 19^\circ 10' \text{ وبمقتضى ما تقدم في مادة (١٦٣)}$$

$$207,054 - 19^\circ 10' = 200^\circ 40'$$

ويؤخذ من هذا المثال ان المطالع المستقيمة الفلكية لليوم المفروض بالنسبة لمبدأ الانقلاب الشتوي هي مائتان وخسون درجة وخمس وأربعون دقيقة فإذا طرحنا منها تسعين وحولناها الى كمية زمانية نجد المطالع المستقيمة بالنسبة للاعتدال الربيعي فهي اذن ٤٣ دقيقة و ١٠ ساعات ويعلم من التقويم الافرنجي لسنة ١٨٨٥ ان اليوم المفروض يقابله أول ايلول اذ مطلع الشمس المستقيم فيه يعادل عشر ساعات واثنين وأربعين دقيقة وتسعا وخمسين ثانية

(في استخراج المطالع البلدية)

(١٨٩) المطالع البلدية وتسمى أيضا بمطالع الآفاق المائلة هي المدة التي بين طلوع نقطة

يؤول القانون الأخير الى

$$\frac{\text{جيب (الميل الاعظم)}}{\text{جيب (الميل)}} \times \text{جيب (د ل)} = \text{جيب (ه ل)}$$

أو

$$\frac{\text{جيب (تمام الميل الاعظم)}}{\text{جيب (تمام الميل)}} \times \text{جيب (د ل)} = \text{جيب (ه ل)}$$

ولاستعماله يلاحظ انه اذا كانت نقطة (م) مبدأ طول الشمس يكون

$$\text{د ل} = ٩٠^\circ - \text{الطول}$$

وتكون المطالع المطلوبة

$$\text{ب ه} = ٩٠^\circ - \text{ه ل}$$

فعلى حسب كون طول الشمس أقل من ٩٠° أو من ١٨٠° أو ٢٧٠° أو ٣٦٠° يأخذ هذا

القانون أربع صور مختلفة فان كان الطول $> ٩٠^\circ$ يحدث

$$٩٠ - \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب (٩٠ - طول الشمس)} = \text{المطالع الفلكية}$$

وان كان $< ٩٠^\circ$ و $> ١٨٠^\circ$ يحدث

$$٩٠ + \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب (الطول - ٩٠)} = \text{المطالع}$$

وان كان $< ١٨٠^\circ$ و $> ٢٧٠^\circ$ يحدث

$$٢٧٠ - \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب (٢٧٠ - الطول)} = \text{المطالع}$$

وان كان $< ٢٧٠^\circ$ يحدث

$$٢٧٠ + \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب (الطول - ٢٧٠)} = \text{المطالع}$$

وان كان الطول $= ٩٠^\circ$ تكون المطالع ٩٠° أيضا

» ١٨٠ » ١٨٠ » »

» ٢٧٠ » ٢٧٠ » »

» صفرا » صفرا » »

(مثال)

فوق خط الاستواء تسمى بالفلك المستقيم ولهذا اصطلح علماء العرب على تسمية التحولات اليومية المذكورة بالمطالع الفلكية المستقيمة والافرنج يسمونها على هذا العهد بالمطالع المستقيم غير أن مبدأها عند العرب كان أول برج الجدى وعند الافرنج أول برج الحمل أى نقطة الاعتدال الربيعي فاذا حسبت مطالع الشمس المستقيمة بالنسبة الى كل من هذين المبدئين يكون الفرق بين النتيجةين تسعين درجة

ليكن (ن) (شكل ١٠٢) موضع القطبين و (ب ل ع) معدّل النهار و (م ل ع) دائرة البروج و (م) أول الجدى أعنى نقطة الانقلاب الشتوى و (د) موضع الشمس فيكون مطالعها المستقيمة القوس (ب هـ) المحصورين دائرتى الميل (ب) و (ق هـ) وكانت العرب تستعمل لاستخراجها هذا القانون

$$\text{تمام جيب المطالع الفلكية} = \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم} \times \text{جيب بعد الشمس الى اقرب الاعتدالين}}{\text{جيب تمام الميل}}$$

وأما طريق وضع هذا القانون فهو ان يقال لنا فى المثلث الكروى (د ل هـ) القائم الزاوية

$$د هـ = \text{ميل الشمس}$$

$$د ل = \text{بعد الشمس الى اقرب الاعتدالين يعنى الطول}$$

$$د ل هـ = \text{الميل الاعظم للشمس}$$

فيكون

$$\text{مماس (الميل)} = \frac{\text{جيب (هـ ل)}}{\text{مماس (الميل الاعظم)}}$$

أو

$$\frac{\text{جيب (الميل)}}{\text{تجيب (الميل)}} = \frac{\text{جيب (الميل الاعظم)}}{\text{تجيب (الميل الاعظم)}} = \text{جيب (هـ ل)}$$

أو

$$\text{جيب (الميل)} \times \text{تجيب (الميل الاعظم)} = \text{جيب (هـ ل)} \times \text{تجيب (الميل)}$$

ولكون

$$\text{جيب (الميل)} = \frac{\text{جيب (هـ ل)}}{\text{جيب (الميل الاعظم)}}$$

أى ان سمت القبلة في الاستانة العلية يعادل ستين درجة وخسين دقيقة محسوبة من المشرق الى الجنوب وانحرافها من الجنوب الى المشرق يعادل $90^{\circ} - 50^{\circ} = 40^{\circ}$ أى تسعا وعشرين درجة وعشر دقائق
(في تعيين الجهات ونصب القبلة)

(١٨٧) اذا أريد رسم جهة القبلة في أى محل كان يتبدأ بتعيين سمتها بالطريقة المتقدم ذكرها ثم يجرى العمل باحدى الطرق الثلاث الآتية (الاولى) - يرسم خط نصف النهار كما ذكر في مادة (١٤) ثم يرسم عليه زاوية مساوية لانحراف القبلة (الثانية) - اذا كنت في أحد الفصول التى يكون فيها عرض البلد وميل الشمس متحدى الجهة كأن يكون العرض شماليا والشمس في أحد البروج الشمالية فابحث عن الارتفاع الذى لاسمت له بالطريقة المذكورة في مادة (١٨٤) وانتظر بالساعة وقت وصول الشمس اليه في هذا الوقت علم على ظل شاخص عمودى على الافق تجد خط المشرق والمغرب وارسم عليه خطا عموديا تجد خط الشمال والجنوب وارسم بعد ذلك سمت القبلة (الثالثة) - اذا كان العرض والميل مختلفي الجهة ولم يوجد ارتفاع ليس له سمت فخذ ارتفاع الشمس في أى وقت كان وعلم على الارض الظل الحادث لشاخص رأسى ثم ابحث بالطريقة المذكورة في مادة (١٨٥) عن سمت هذا الارتفاع وارسم على الارض خطا يصنع مع الظل زاوية مساوية لهذا السمت فالخط المذكور يكون خط المشرق والمغرب ومنه تتعين الجهات الاربع وسمت القبلة
(في استخراج المطالع الفلكية للشمس)

(١٨٨) مطالع الشمس الفلكية هي المدة التى بين مرور الانقلاب الشتوى من سطح نصف النهار و مرور الشمس منه وبعبارة أخرى هي قوس من معادل النهار محصور بين دائرة الميل المارة بالانقلاب الشتوى ودائرة الميل المارة بالشمس فالיום الذى تكون الشمس فيه على نقطة الانقلاب الشتوى تكون مطالعها صفرا وفي اليوم التالى تزيد قليلا من جهة ترتيب البروج وهكذا كل يوم حتى تعود بعد سنة واحدة الى الانقلاب المذكور فتكون مطالعها مساوية لثلاثمائة وستين درجة
واعلم ان المحلات التى يمر أفقها بالقطبين بان يكون سمت رأسها على دائرة المعادل

طول مكة = ٤٨, ٣٧ شرقية بالنسبة الى باريس

طول الاستانة = ٢٩, ٢٦ » » » »

فاضل الطولين = ١١, ٠٩ = فضل الدائر وهو شرقي بالنسبة الى الاستانة

فقتضى مادة (١٧٩) أن

المحفوظ الاول = $\frac{\text{بعد القطر}}{\text{جيب تمام عرض الاستانة}}$

جيب الترتيب = جيب تمام فضل الدائر × جيب تمام عرض مكة

المحفوظ الثاني = جيب الترتيب + المحفوظ الاول

جيب الارتفاع = المحفوظ الثاني × جيب تمام عرض الاستانة

وبالتطبيق على ذلك يكون

$$\text{بعد القطر} = \text{جيب } ٤٩^\circ \times \text{جيب } ٢٠^\circ ٢١' = ١٤,٤$$

$$\text{المحفوظ الاول} = \frac{١٤,٤}{\text{جيب } ٤٩^\circ} = ١٩,٠$$

$$\text{جيب الترتيب} = \text{جيب } ٥١^\circ ٧٨' \times \text{جيب } ٢٠^\circ ٢١' = ٥٤,٨$$

$$\text{المحفوظ الثاني} = ١٩ + ٥٤,٨ = ٧٣,٨$$

$$٦٠ \times \text{جيب الارتفاع} = ٧٣,٨ \times \text{جيب } ٤٩^\circ = ٥٥,٣ \times ٧٣,٨ = ٣٣٤٣,١٤$$

$$\text{جيب الارتفاع} = \frac{٣٣٤٣,١٤}{٦٠} = ٥٥,٧٢$$

$$\text{فالارتفاع} = ٢٠^\circ ٢١' ٦٨' = \text{وتمامه} = ٢١^\circ ٤٠'$$

$$\text{مادة (١٨٥)} \quad \text{حصة السم} = \frac{\text{جيب } ٤١^\circ}{\text{جيب } ٤٩^\circ} \times \text{جيب } ٢٠^\circ ٢١' ٦٨' = ٤٨,٥$$

$$\text{جيب السعة} = \frac{\text{جيب الميل}}{\text{جيب تمام العرض}} = \frac{\text{جيب عرض مكة}}{\text{جيب تمام عرض الاستانة}} = \frac{\text{جيب } ٢١^\circ ٣٠'}{\text{جيب } ٤٩^\circ} = ٢٩,١$$

$$\text{تعديل السم} = \text{حصة السم} - \text{جيب السعة} = ١٩,٤ \quad \text{» (١٨٥)}$$

$$\text{جيب زاوية السم} = \frac{\text{تعديل السم}}{\text{جيب تمام الارتفاع}} = \frac{١٩,٤}{\text{جيب } ٢١^\circ ٤٠' ٢٢'} = ٠,٨٧ = ٨٧^\circ \quad \text{» (١٨٥)}$$

$$\text{فزاوية سم القبلة} = \text{قوس } ٠,٨٧ \times ٦٠ = \text{من الجيب} = ٥٠^\circ ٦٠'$$

وهو المطلوب

فعلى هذا لو كان سمت رأس البلد شياً محسوساً ظاهراً على الكرة السماوية لا يمكن بمناظرته تعيين زاوية السمـت ولكن حيث ان سمت الرأس نقطة تخيلية فتعيين الزاوية المذكورة يكون بهذه الطريقة

يبحث عن طول البلد وعرضه من كتب الجغرافية أو من التقويمات الفلكية أو من الخطوط الأرضية ويفرض محل آخر ويبحث عن طوله وعرضه أيضاً ثم يؤخذ الفاضل بين الطولين ويحسب تماماً العرضين فيحدث مثلث كروى مائل الزاوية ضلعان من أضلاعه يساويان تمامى العرضين والزاوية القطبية التى بينهما تعادل الفاضل بين الطولين فيمكن حينئذ حل هذا المثلث واستخراج ضلعه الثالث المساوى للبعد بين سمت رأسى هذين المثلين وهذا البعد هو عبارة عن تمام ارتفاع سمت رأس البلد على افق المحل المفروض ومنه تعلم زاوية السمـت المطلوبة ويمكن الاستحصال عليها أيضاً بالطريقة المذكورة فى مادة (٩٠)

واستعمل العرب لتعيين هذه الزاوية الطريقة الآتية

يفرض الفاضل بين الطولين فضل الدائر بالنسبة للمحل المفروض ويؤخذ عرض البلد فى مقام ميل الشمس ويبحث بالطريقة المذكورة فى مادة (١٧٩) عن ارتفاع النقطة المطلوب سمتها ويؤخذ تمامه فهو البعد بين سمت الرأسين (١) ثم يبحث عن سمت هذا الارتفاع بالقاعدة المذكورة فى مادة (١٨٥) فيحصل المقصود

وللسمت ثمانية مواضع بالنسبة الى اتفاق واختلاف جهتي العرض والطول وقد بينا ذلك بالتفصيل فى بحثنا عن سمت القبلة فى المادة (١٤٧) فليراجع

(مثال لتعيين سمت القبلة)

عرض مكة = ٣٠° ٢١' (يؤخذ كميل الشمس)

عرض الاستانة = ٠٠° ٤١'

تمام عرض مكة = ٣٠° ٦٨' (يؤخذ كتمام ميل الشمس)

تمام عرض الاستانة = ٠٠° ٤٩'

(١) اذا ضرب تمام الارتفاع هذانى ٥٦ و ٢ فحول مساهة البلدين من درجات الى أميال وقد علمنا فى مادة

(١٤٧) ان المسافة بين الاستانة العالية ومكة المكرمة ١٢٢٧ ميل أى ٤٠٩ فرسخ اه

طول

$$\text{س}^{\circ} = \text{تمام الميل} = ٨٢$$

$$\text{ش}^{\circ} = \text{تمام العرض} = ٤٩$$

$$\text{ط}^{\circ} = \text{تمام الارتفاع} = ٥٢$$

$$\text{٢} = ١٨٢$$

$$\text{٣} = ٩١,٣٠$$

$$\text{٣} - \text{ط} = ٣٩,٣٠$$

$$\text{٣} - \text{ش} = ٤٢,٣٠$$

$$\text{جيب } ٢٩,٣٠ \times \text{جيب } ٤٢,٣٠ = \text{جيب } ٢٥,٣٠ \text{ مادة (١٥٩)}$$

$$\text{جيب } ٥٢ \times \text{جيب } ٤٩ = \text{جيب } ٣٦,٣٠ \text{ مادة (١٥٩)}$$

$$\text{مادة (١٦٣)} \quad \text{جيب } ٢٥,٣٠ \div \text{جيب } ٣٦,٣٠ = \text{جيب } ١٥,٣٠$$

$$\text{مادة (١٦٥)} \quad \text{س}^{\frac{1}{3}} = \text{جيب } ١٥,٣٠ = ٥٨,١٣$$

$$\text{س} = ١١٦,٢٦$$

$$\text{ربع الدائرة الشمالية} = ٩٠$$

$$\text{زاوية السم} = ٢٦,٣٦ \text{ شقيه جنوبيه}$$

وقد سمي علماء الافرنج هذه الزاوية (آزيمون) وهي تحريف لفظة (السمون) ويختلف مبدؤه عند الفلكيين والجغرافيين فاصطلح الاولون على انه القسم الجنوبي لخط الشمال والجنوب فيدار منه نحو الغرب والشمال والشرق حتى يلاقى الجسم المراد معرفة سمت واصطلح الآخرون انه القسم الشمالي للخط المذكور ويدار منه نحو الشرق والجنوب والغرب حتى يلاقى الجسم المفروض

(في تعيين سموت البلدان وبالنصوص سمت القبلة)

(١٨٦) يؤخذ من المادة السابقة ان زاوية سمت أى بلدهى الزاوية الحادثة بين خط المشرق أو المغرب (على حسب كون البلد على شرق نصف النهار أو على غربيه) وبين الخط الشعاعى الواصل بين ذلك البلد ومحل معلوم

$$\left. \begin{array}{l} \text{مماس } ٤١^\circ \text{ (مادة ١٥٨) } = ١٠,٤ \text{ (القائمة المفروضة ١٢)} \\ ٥ \times \text{مماس } ٤١^\circ = ٥٢,٠ \text{ (القائمة المفروضة ٦٠)} \\ \text{جيب } ٣٨^\circ = ٣٧ \\ \frac{٣٧ \times ٥٢}{٦٠} \text{ أو مماس } ٤١^\circ \times \text{جيب } ٣٨^\circ = \text{حصة السمّ} = ٣٢ \text{ (مادة ١٦٢)} \end{array} \right\} \text{بالقانون (١)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{حصة السمّ} = ٣٢ \\ \text{جيب السّعة} = \text{جيب } ٣٦^\circ, ١٠ \text{ (مادة ١٨٣) } = ١١ \\ \text{تعديل السمّ} = ٢١ \end{array} \right\} \text{بالقانون (٢)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{تعديل السمّ} = ٢١ \\ \text{جيب تمام الارتفاع} = \text{جيب } ٥٢^\circ = ٤٧,٣ \\ \frac{٢١}{٤٧,٣} = ٠,٤٤٤ \end{array} \right\} \text{بالقانون (٣)}$$

$$\text{سمّ الارتفاع} = ٢٥^\circ, ٢٦ \text{ شرقية جنوبية}$$

وقد فرضنا في هذا المثال ان الارتفاع قبل الزوال شرقى فيعلم من ذلك بالضرورة ان السمّ شرقى أيضا ولمعرفة هل هو شمالى أو جنوبى يلزم استخراج الارتفاع الذى لاسمّ له في اليوم المفروض ويقارن بالارتفاع المعلوم فان كان هذا أقل من ذلك كان السمّ شماليا وان كان أكبر منه كما فى مثالنا كان جنوبيا والجارى استعماله فى أماننا هذه استخراج زاوية السمّ من قانون المثلثات المثلثة الزاوية بطريقة سهلة لنفرض (شكل ١٠١) (ش) تمام العرض و (س) تمام الميل و (ط) تمام الارتفاع فلنا

$$\left. \begin{array}{l} \text{جيب } (س - ط) \\ \text{جيب } (س - ط) \end{array} \right\} = \text{جيب } (س - ط)$$

جيب ط جيب س

فتى علمت الزاوية (س) تطرح من التسعين والباقي هو المطلوب منال مما تقدم

$$\left. \begin{array}{l} \text{عرض البلد} = ٤١^\circ \\ \text{الميل} = ٨^\circ \\ \text{الارتفاع} = ٣٨^\circ \text{ شرقية} \end{array} \right\} \text{شمالية}$$

وقد سمت العرب (ل ح) هذا بحصة السميت وحيث ان

$$\text{السعة} = \text{ص ح}$$

$$\text{وجيب السعة} = \frac{\text{ص ح}}{\text{ص م}}$$

فاذا فرضنا نصف القطر واحدا يكون

$$\text{ص ح} = \text{جيب السعة} = \text{ل ح}$$

$$\text{ل ح} = \text{ل م} - \text{ل ح}$$

أو

$$\text{حصة السميت} - \text{جيب السعة} = \text{ل ح}$$

وسميت العرب (ب ح) هذا بتعديل السميت

وفي المثلث (ب م ح) القائم الزاوية لنا

$$\frac{\text{ب ح}}{\text{ب م}} = \text{جيب (ب م ح)} \text{ أعني جيب زاوية السميت}$$

ولكن

$$\text{ب ح} = \text{تعديل السميت}$$

$$\text{ب م} = \text{جيب تمام الارتفاع}$$

فاذن

$$\text{جيب زاوية السميت} = \frac{\text{تعديل السميت}}{\text{جيب تمام الارتفاع}}$$

وهو المطلوب

وعما تقدم ينتج انه اذا علم ميل الشمس وأخذ ارتفاعها في محل معلوم العرض يمكن معرفة حصة السميت بجيب السعة فتعديل السميت فزاوية السميت وينبغي ان ينبه الى انه لا بد في استخراج تعديل السميت من أخذ الفرق بين جيب السعة وحصة السميت ان كان العرض وميل الشمس متفقين الجهة كما ترى في الشكل وضم أحدهما الى الآخر اذا كانا مختلفين

(مثال)

$$\text{عرض البلد} = ٤١^\circ \text{ شمالية في } ٢٩ \text{ مارث}$$

$$\text{ميل الشمس} = ٨^\circ \text{ شمالية}$$

$$\text{الارتفاع} = ٣٨^\circ \text{ شرقية}$$

المذكور أى خط المشرق والمغرب ويكون الفصل المشترك (ص ص) بين المدار
اليومى و سطح الافق موازيا لذلك الخط (ق ق)
فاذا تصورنا مرور سطح رأسي (م س ش هـ) بجعل الشمس (ش) سمت الرأس
(س) فسمت الشمس فى ذلك الوقت أى عند ما يكون ارتفاعها (ش م هـ) هو
الزاوية (هـ م ق) الحادثة بين السطح (هـ ش س م) والسطح (ق س م) وعلى هذا
اذا عرفت هذه الزاوية يعلم سمت الرأس بالنسبة الى الارتفاع (ش م هـ)
ومن الواضح اننا اذا فرضنا سطحاً عمودياً على الافق وماراً بموضع الشمس (ش) وموازيا
لسطح نصف النهار فانه يقطع المدار اليومى على خط (ش ل) والافق على خط
(ل ح) ودائرة الارتفاع (م س هـ) على خط (ش ح) العمودى على الافق
ويكون (ل ح) عمودياً على الخطين المتوازيين (ق ق) و (ص ص) ففى
المثلث (م ش ح) لنا

$$\frac{\text{ش}}{\text{ش م}} = \text{جيب (ش م ح)} \text{ أعنى جيب الارتفاع}$$

وبفرض نصف قطر الكرة واحدا يحدث

$$\text{ش} = \text{جيب الارتفاع}$$

$$\text{م} = \text{تمام جيب الارتفاع} = \text{جيب تمام الارتفاع}$$

وفى المثلث (ش ل ح) القائم الزاوية لنا

$$\frac{\text{ل}}{\text{ش}} = \text{تمام مماس ش ل} = \text{مماس ل ش}$$

فتكون (ش ل ح) هى الزاوية الحاصلة بين المدار والافق وحيث انها تساوى تمام

عرض البلد و (ل ش ح) تساوى العرض المذكور يحدث

$$\text{ل} = \text{ش} \times \text{مماس العرض}$$

ويتبدل ش بما يساويه يحدث

$$\text{ل} = \text{مماس العرض} \times \text{جيب الارتفاع}$$

أو

$$\text{ل} = \frac{\text{جيب العرض}}{\text{جيب تمام العرض}} \times \text{جيب الارتفاع}$$

وقد

ثم رسم ظل الشاقول في ذلك الوقت على سطح أفق فاتجاه هذا الخط يدل على جهتي الشرق والغرب وبرسم عمود عليه يعلم الشمال والجنوب فهذه الطريقة يمكن تعيين الجهات الأربع

(في تعيين سمت الارتفاع)

(١٨٥) « أولا في معرفة حصة السمت من ظل عرض البلد الستيني المنكوس — ضع على الستيني وعلم على الظل ثم انقل على الارتفاع تجد المرى على المطلوب » وبعبارة جبرية

$$\text{حصة السمت} = \text{مماس العرض} \times \text{جيب الارتفاع}$$

« وثانيا في معرفة تعديل السمت من حصته وجيب سعة المشرق — اجمع جيب السعة وحصة السمت ان كان الميل مخالفا وخذ الفضل ان كان موافقا فما كان فهو تعديل السمت وان لم يكن ميل خصة السمت هي تعديله » يعنى أن تعديل السمت = جيب السعة + حصة السمت

فتؤخذ العلامة العليا وبطرح الاصغر من الاكبر ان كان الميل والعرض متعدي الجهة والعلامة السفلى ان كانا مختلفيها واذا كان ميل الشمس صفرا فبالضرورة يكون جيب السعة كذلك وحينئذ تكون حصة السمت عبارة عن تعديله

« وثالثا في معرفة السمت من تعديل السمت وتمام الارتفاع — ضع على الستيني وعلم على جيب تمام الارتفاع ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على تعديل السمت فما قطع من القوس فهو السمت » أعنى أن

$$\text{زاوية السمت} = \frac{\text{تعديل السمت}}{\text{جيب تمام الارتفاع}}$$

والمراد بسمت أى جرم سماوى الزاوية الحادثة بين السطح المسمى بمبدأ السموت والسطح الرأسى أى الدائرة السميّة المارة بذلك الجرم ليكن مثلاً (ع ح) الأفق (شكل ١٠١) و (س) سمت الرأس و (م) مركز الكرة السماوية و (ش) موضع الشمس على المدار اليوى (ع ك ع) و (ق س ق) مبدأ السموت أعنى الدائرة العظمى المارة بسمت الرأس وبنقطتي الاعتمادين (ق ق) حينما تكونان على سطح الأفق فالخط (ق ق) يكون هو الفصل المشترك بين الأفق ومبدأ السموت

جيب الضلع = جيب الوتر \times جيب الزاوية المقابلة لذلك الضلع

أعني أن

$$\text{جيب م ب} = \text{جيب م د} \times \text{جيب م ح}$$

أو

$$\frac{\text{جيب (الميل)}}{\text{جيب (العرض)}} = \text{جيب ع}$$

فتم علم الميل والعرض يمكن استخراج الارتفاع الذي لاسمت له (ع) من هذا القانون

$$\text{العرض} = ١٤^\circ \text{ شمالية} \quad (\text{مثال})$$

$$\text{الميل} = ٨^\circ \text{ شمالية}$$

$$\text{جيب الميل} = ٨,٣$$

$$\text{جيب العرض} = ٣٩,٤$$

$$٠,٢١ = \frac{٨,٣}{٣٩,٤}$$

$$١٢,٦ = ٠,٢١ \times ٦٠$$

$$\text{ع} = ١٥^\circ \text{ » } ١٢^\circ$$

وهو المطلوب

وقد استعمل علماء العرب القوانين الآتية أيضا لاجل تعيين الارتفاع المذكور

$$\text{جيب ع} = \frac{\text{جيب الميل الاعظم}}{\text{جيب العرض}} \times \text{جيب طول الشمس}$$

$$\text{جيب ع} = ٦٠ - \frac{\text{جيب العرض} - \text{جيب الميل}}{\text{جيب العرض}}$$

$$\text{جيب ع} = \frac{\text{جيب تمام العرض}}{\text{جيب العرض}} \times \text{جيب السعة}$$

وبواسطة هذا القانون الأخير كان العرب يستخرجون السعة بعد معرفة الارتفاع الذي لاسمت له

ولا يخفى أنه في وقت حصول الارتفاع الذي لاسمت له يكون ظل الشاقول على سطح الافق عبارة عن خط المشرق والمغرب أي عبارة عن الفصل المشترك بين أول دائرة شمسية وسطح الافق فإذا تعين الارتفاع المذكور وأخذ فضل دائره لمعرفة وقت وقوعه

$$٤٩^{\circ} = \text{تمام العرض}$$

$$٨^{\circ} = \text{ميل الشمس}$$

$$٨,٣ = \text{جيب الميل}$$

$$٤٥,٣ = \text{جيب تمام العرض}$$

$$٠,١٨٣ = \frac{٨,٣}{٤٥,٣}$$

$$١٠,٩٨ = ٠,١٨٣ \times ٦٠$$

$$١٠,٣٦ = \text{فسمة الشمس}$$

فاذا كانت الشمس في أحد البروج الشمالية تكون سعتها شمالية بالنسبة الى نقطة الاعتدال وتكون جنوبية اذا كانت الشمس في أحد البروج الجنوبية (في استخراج ارتفاع الشمس الذي سمته صفر)

(١٨٤) « في معرفة الارتفاع الذي لاسمت له من العرض والميل - وهو لا يكون الا اذا كان الميل أقل من العرض وهو موافق له ضع على الستيني وعلم على جيب العرض ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على جيب الميل فما قطع الخيط من أول القوس فهو الارتفاع الذي لاسمت له »

فبوضع هذه القاعدة على هيئة قانون بفرض (ع) الارتفاع الذي لاسمت له يحدث

$$\frac{\text{جيب الميل}}{\text{جيب العرض}} = \text{جيب ع}$$

والارتفاع الذي لاسمت له هو ارتفاع الشمس وقت مرورها بدائرة السميت (أى بسطح الدائرة العظمى) المارة بسمت الرأس العمودية على سطح نصف النهار وشرط وجوده أن يكون عرض البلد وميل الشمس متحدى الجهة والميل أقل من العرض فيقع حينئذ مرتين في اليوم مرة في جهة الشرق وأخرى في جهة الغرب

ليكن (ه ه) الافق (شكل ١٠٠) و (ق ق) محور العالم و (ع ع) خط الاستواء و (ل ل) أول دائرة سمتية و (ك ك) مدار الشمس في اليوم المفروض فوقها تكون عليه في نقطة (م) يكون سمتها صفرا و (م ح) حينئذ الارتفاع الذي لاسمت له واذا رسمنا من نقطة (م) دائرة الميل يكون القوس (م ب) ميل الشمس والزاوية (م ح ب) عرض البلد ولنا في المثلث الكروى (م ب ح) القائم الزاوية

(في استخراج سعة الشمس)

(١٨٣) « في معرفة سعة الشمس من الميل وتمام العرض — ضع على الستيني وعلم بالمرى على جيب تمام العرض ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على جيب الميل فما قطع الخيط من أول القوس فهو المطلوب » ويوضع هذه القاعدة على صورة قانون يحدث

$$\text{جيب (السعة)} = \frac{\text{جيب (الميل)}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$$

ويمكن اجراء هذه القسمة بالقاعدة المذكورة في مادة (١٦٣)

أما تعريف السعة فهو قوس من الافق محصورة في الجهة الشرقية بين نقطة شروق نقطة الاعتدال ونقطة شروق الشمس وفي الجهة الغربية بين نقطة غروب نقطة الاعتدال ونقطة غروب الشمس وقد يسمى الاول سعة المشرق والثاني سعة المغرب

لنفرض (ب م) (شكل ٩٨) نصف فضلة القوس (د ح) و (ح ب) ميل الشمس وزاوية (ح م ب) تمام عرض البلد فالقوس (ح م) يكون سعة الشمس وهي عبارة عن وتر المثلث الكروى القائم الزاوية (ح م ب) فيمكن استخراجها بواسطة هذا القانون

$$\text{جيب (الميل)} = \text{جيب (السعة)} \times \text{جيب (تمام العرض)}$$

أو

$$\text{جيب (السعة)} = \frac{\text{جيب الميل}}{\text{جيب تمام العرض}}$$

وهذه الطريقة كما تستعمل الآن كانت تستعمل على ما يقال في أيام العرب ومع ذلك فقد وجدنا في بعض الرسائل انهم كانوا يستعملون القانونين

$$\text{جيب (السعة)} = \text{مماس العرض} \times \text{جيب الغاية} - \text{جيب الغاية}$$

$$\text{و جيب (السعة)} = \text{جيب الغاية} - \text{مماس العرض} \times \text{جيب الغاية}$$

فالاول للعالة التي تكون فيها الشمس في جهة العرض والثاني للعالة التي تكون فيها الشمس في الجهة المخالفة لجهة العرض

(مثال)

تمام

عرض البلد = ١١° شماليه

مارث الرومي × ٢٩

ميل الشمس = ٨° شماليه

انحطاط الامساك = ٣٠, ٢١°

الاصل المعدل = جيب ٣٠, ٢١° + بعد القطر

جيب تمام فضل الدائر = $\frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{الاصل المطلق}}$

حصة الامساك = تمام فضل الدائر - نصف الفضله

وقت الامساك = مدة الليل - حصة الامساك

جيب ٣٠, ٢١° = ٢١, ٩

بعد القطر (مادة ١٧٥) = ٥, ٥ +

الاصل المعدل = ٢٧, ٤

الاصل المطلق (مادة ١٧٤) = ٤٤, ٩

تمام فضل الدائر = قوس $\frac{٢٧, ٤}{٤٤, ٩}$ = ٣٧, ٣٠°

نصف الفضله (مادة ١٧٧) = ٧ -

حصة الامساك = ٣٠, ٣٠° -

قوس ليله اليوم المقروض = ١٦٦, ٠٠

١٣٥, ٣٠

٤

وقت الامساك المطلوب = ٩, ٠٢, ٠٠

أى انه فى يوم تسعة وعشرين من مارث يكون وقت الامساك بعد الساعة التاسعة بدقيقتين

وفى هذه الايام تستخرج هذه الحصص بواسطة اللوغاريتمات من قانون نصف مجموع الاضلاع المذكور فى مادة (١٧٨)

$$\text{جيب (تمام فضل الدائر)} = \frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{الاصل المطلق}}$$

وليلاحظ اننا استخرجنا الاصل المعدل في مادة (١٧٦) بواسطة المثلثات المشكلة في جهة سمت الرأس ووجدنا انه يلزم استعمال القانون

الاصل المعدل = جيب الارتفاع - بعد القطر اذا كان الميل والعرض متعدي الجهة والقانون

الاصل المعدل = جيب الارتفاع + بعد القطر اذا كان الميل والعرض مختلفي الجهة وحيث ان المطلوب الآن هو الاصل المعدل المستخرج من المثلثات المشكلة في جهة سمت التقدم يلزم استعمال هذين القانونين بعكس القاعدة المذكورة أى اذا كان الميل والعرض متعدي الجهة يؤخذ القانون

$$\text{الاصل المعدل} = \text{جيب الارتفاع} + \text{بعد القطر}$$

واذا كانا مختلفي الجهة يؤخذ القانون

$$\text{الاصل المعدل} = \text{جيب الارتفاع} - \text{بعد القطر}$$

وعلى ذلك يلزم لاجل تعيين أوقات الشفق والفجر والامسالك حساب الاصل المعدل بالطريقة المذكورة ثم الاصل المطلق بالكيفية المذكورة في مادة (١٧٤) ثم يقسم الاول على الثانى بقاعدة المادة (١٦٣) أعنى يوضع الخيط على الستيني ويعلم على الاصل المطلق ويدور الخيط حتى يقع المرى على الجيب المبسوط الخارج من الاصل المعدل فيقطع قوس الربع على العدد المستوى الدال على تمام فضل الدائر (ب م) ويطرح بعد ذلك من القوس (ب م) نصف فضله (ه م) فيبقى القوس (ب ه) فان دل على حصة الشفق يعلم وقت العشاء وان دل على حصة الفجر أو الامسالك يطرح من مدة الليل (ل ه) فيعلم وقت الفجر ووقت الامسالك

ويظهر جليا من الشكل انه اذا كان الميل والعرض متعدي الجهة يلزم طرح نصف الفضلة من تمام فضل الدائر واذا كانا مختلفي الجهة يلزم ضمهما اليه

(مثال لتعيين وقت الامسالك)

لما كان رأى المتقدمين الذى سمعته الآن فى مسئلة الشفق والفجر على غاية من الدقة والعمقة لم نربدا من ادراجه بنصه مكتفين بنقل عبارتهم وبما قدمنا من التفصيلات فى هذا الصدد فى المادة (١٣٩) وزيد على ذلك ان المتقدمين لم يتكلموا على وقت الامساك وقد قلنا فيما تقدم ان وقت الامساك هو الوقت الذى تكون فيه الشمس منخطة من جهة الشرق بقدر احدى وعشرين درجة وهو الرأى المعتبر اليوم والذى أراه ان ماتقدم من الايضاحات فى مسئلة الفجر الكاذب والفجر الصادق هى فى غاية من العمقة اذ لاهمية عندى فى ان الفجر الكاذب يكون غير محسوس فى البلاد التى عرضها يزيد على ٣٠° فى الاستانة العالية مثلا يتدئ الفجر مع طلوع الصبح الصادق وقوله « لكل صبح فجر وليس لكل فجر صبح » صحيح كما يشاهد ذلك فى البلاد القريبة من القطبين فان بعض تلك الجهات تغرب فيها الشمس تحت الافق بقدر سبع عشرة أو ثمان عشرة درجة ثم تتباعد عنه فالفجر هنالك يزول اذن قبل طلوع الصبح

(فى كيفية استخراج أوقات الشفق والفجر والامساك)

(١٨٢) ان وقت صلاة العشاء عند الامامين هو وقت ختام الشفق والفجر والامساك وقت ختام الليل ولا يخفى ان وقت العشاء يدخل عقب انحطاط الشمس بعد الغروب بسبع عشرة درجة ويدخل الفجر عند انحطاطها من جهة الشرق بتسع عشرة درجة ويكون وقت الامساك مع التمكن قبل الشروق باحدى وعشرين درجة ونصف درجة

فلاجل تعيين هذه الاوقات نفرض ان الشمس على المدار اليومى (ب ح) (شكل ٩٩) فاذا أريد معرفة وقت الامساك يلاحظ ان القوس (ب د) للدائرة السمية (ع ب د) أى دائرة الارتفاع المارة بسمت القدم (ع) والنقطة (ب) يساوى احدى وعشرين درجة ونصف درجة فتى علم ارتفاع الشمس يبحث عن فضل الدائر للقوس (ب ب) بواسطة القانون

$$\text{تجيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{الاصل المطلق}}$$

المذكور فى مادة (١٧٨) ولكون تمام جيب (ب ب) يساوى جيب (ب م) يستعمل القانون

وأما تعيين وقت العصر فيحصل باستخراج فضل الدائر لارتفاعه وقد تقدم ذكر ذلك في مادة (١٧٨) فليراجع
(في بيان الشفق والفجر والامسالك)

(١٨١) « في معرفة حصة الشفق وحصة الفجر - الشفق هو الحرة المعترضة في أفق المغرب بعد الغروب ومن بعد غروبه يدخل وقت العشاء والفجر هو البياض المعترض في أفق المشرق وبطلوعه يدخل وقت الصبح وقد اختلف العلماء رضى الله عنهم فيهما فقالت جماعة من المتقدمين انهما متساويان ويستخرجان بانحطاط \sin (١٨) أى ان الشفق يغيب بانحطاط الشمس تحت الافق \sin (١٨) درجة والفجر يطلع اذا كان بين الشمس وبين الافق \sin (١٨) درجة أيضا وهذا القول ليس على ما ينبغي لان القائل به قد قال بتساوى الحصتين والنظرية هذا لاننا نرى البياض يتأخر عن الحرة في المغرب ويتقدم عليها في الطلوع بمقدار محسوس وقال بعض المتأخرين ان الحرة تغرب والشمس منحطة على الافق \sin (١٦) والفجر يطلع منحطة \sin (٢٠) وبين هذا القول والقول الاول فرق عظيم وهو ضعيف أيضا لقلة من قال به من الرصاد وكان جمهور العلماء على ذلك وهو موجود في رسائلهم الى الآن قال الشيخ جمال الدين المارديني وقد امتحنها بعض حذاق المتأخرين في سنين متوالية فوجد الثمان عشرة وقت اسفار والعشرين وقت غلس قال والحق فيهما الزيادة والنقص بحسب العوارض الحادثة مثل صفاء الجو وكدورته وقوة البخار وخفته وشدة الهواء ورقته ووجود القمر وغيبوبته وضعف نظر الراصد وحدته والذي اعتمد عليه محققوا هذا العلم من الرصاد وغيرهم ان الشمس اذا انحطت عن أفق المغرب \sin (١٧) غرب الشفق واذا صارت بينها وبين أفق المشرق \sin (١٩) طلع الفجر وانتهى الليل وهذا عليه عامة المؤقتين في هذا الزمان والفجر فجران صادق وكاذب فالكاذب يسبق الصادق في الطلوع ويطلع مستطيلا فوق العصاة السوداء التي تكون في آخر الليل وهذه العصاة قيل انها الخيط الاسود الذي يتبين من تحته الخيط الابيض وقيل ان الكاذب يتقدم على الصادق بقدر درجة تقريبا عن عرض (ل) (٣٠) الى (م) (٤٠) وليس بشئ واعلم ان الكلام الذي تقدم انما هو على الفجر الصادق فعلى هذا يكون لكل صبح فجر وليس لكل فجر صبح»

بالقائمة المفروضة في نقطتين اذا وضعنا على كل منهما الخيط بقطع قوس الربع على ارتفاع العصر الاول ثم على ارتفاع العصر الثاني ونجد ان الاول = ٢٠° ، والثاني = ٢٠° ،

وقد يرسم على بعض الارباع خطان أحدهما لتعيين العصر الاول والثاني للثاني وهما نفس خطى العصر الآفاقى وقد تقدم كيفية رسمهما في مادة (١٤٢) وحررنا لذلك الجدول (١٩) والجدول (٢٠) المحتويين على غايات الارتفاع من الصفر الى تسعين درجة وقد ذكرنا ذلك بالتفصيل الكافي فلا حاجة للتكرار وانما يلزمنا الكلام على كيفية رسم الخطين المذكورين على الربع وكيفية استعمالهما

فلاجل رسم خط العصر الاول نضع الخيط على القوس الذى عدده المستوى ٠° ، وهو العدد الموجود في خانة غاية الارتفاع من الجدول (١٩) ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ١° ثم نضع الخيط على القوس ٢° ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ٢° ثم نضعه على القوس ٣° ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ٣° ثم نضعه على القوس ١٧° ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ٤° ثم نضعه على القوس ٢٧° ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المار بالعدد ٥° ونستمر في العمل على هذا المنوال الى الدرجة ٩٠° فنضع الخيط على الستيني ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ٥° فتحدث تسعة وثمانون نقطة اذا ضم بعضها الى بعضه بخط واحد يحدث خط العصر الاول (ح ل ل) فابتدأه درجة صفر وانتهاه جيب ٥° أما كونه يبتدئ بالصفر فلاننا لو وضعنا الخيط على هذه الدرجة كما تقدم مثاله فانه يقع على الجيب التام ويقطع الجيب المبسوط المار بها في نفس نقطة الصفر

واذا أجرينا هذا العمل بواسطة الجدول (٢٠) نحصل على خط العصر الثاني وبواسطة هذين الخطين يمكن تعيين ارتفاع العصر في أى يوم فرض وكيفية ذلك ان تؤخذ غاية الارتفاع في اليوم المفروض ويوضع عليها الخيط فيقطع خط العصر في نقطة يمر بها الجيب المبسوط الذى يفصل من قوس الربع قوسا يكون عدده المستوى عبارة عن ارتفاع العصر المطلوب

وضع بعد ذلك الخيط على الستين وعلم بالمرى على العدد ٤٦ وانتقل الى زاوية تمام العرض يقع المرى على الجيب المبسوط الفاصل من قوس الارتفاع المطلوب أعنى أن

$$\text{جيب (تمام العرض)} \times ٤٦ = \text{جيبا} = ٣٥$$

وهو ارتفاع غربى

(فى العصر ووقته)

(١٨٠) « فى معرفة ظل العصر وارتفاعه والدائريه وبين الظهر والدائريه وبين الغروب — حصل ظل الغاية المبسوط وزد عليه قامته ثم حصل ارتفاع الجمله يحصل ارتفاع العصر فاستخرج فضل دائره بأحد الوجوه المتقدمه فما كان فهو فضل الدائر بين الظهر والعصر أسقطه من نصف قوس النهار يبقى ما بين العصر والغروب وأما آخر وقت الاختيار وهو أول الوقت عند الامام أبى حنيفه فزد على ظل الغاية ضعف قامته واستخرج ارتفاع الجمله ثم استخرج فضل دائره بما تقدم يحصل الدائريين الظهر وآخر وقت الاختيار»

تقدم لك فى مادة (٨٩) تحقيق شاف فيما يتعلق بالعصر ووقته فلا لزوم لاعادة شئ من ذلك هنا وانما نبين كيفية أخذ ارتفاعه وتعيين وقته بالربع الجيب فنقول اذا أريد تعيين ارتفاع العصر فى أى يوم كان يلزم أولاً تعيين الظل المبسوط لغاية الارتفاع فى ذلك اليوم أعنى تمام مماسه بواسطة ما ذكر فى مادة (١٥٦) ثم يضاف اليه ١٢ فيحصل عدد على الجيب التام يخرج منه على الجيب المنكوس فيبلاقى الجيب المبسوط الخارج من القامة المفروضة فى نقطة اذا وضع عليها الخيط بفصل من قوس الربع ارتفاع العصر الاول واذا أضيف ٢٤ بدل ١٢ الى تمام المماس المذكور وأجريت هذه العملية يحدث ارتفاع العصر الثانى

ولايضاح ذلك نفرض غاية الارتفاع ٥٧ ° فاذا وضعنا الخيط على هذا القوس يقطع الجيب المبسوط الخارج من القامة المفروضة ١٢ على الستين فى نقطة اذا خرجنا منها الى الجيب التام نجد تمام المماس ٧,٨ فنضيف اليه العدد ١٢ يحصل ١٩,٨ ونضيف اليه ٢٤ يحصل ٣١,٨ ثم نبحت عن هذين الحاصلين على الجيب التام ونخرج من كل منهما على الجيب المنكوس المار به فنلاقى الجيب المبسوط المار

بالقامة

جيب الارتفاع = جيب تمام العرض \times (سهم نصف قوس النهار - سهم فضل الدائر) جيبا (١)

جيب الارتفاع = $\frac{\frac{1}{2} \text{ جيب الغاية}}{\frac{1}{2} \text{ سهم نصف قوس النهار جيبا}} \times \text{جيب (تمام فضل الدائر)}$ بعد القطر

هذا وقد تقدم في مادة (١٢١) انه لابد لرسم خطوط ساعات بسيطة اليد من تعيين ارتفاع الشمس لكل ربع ساعة أو لكل عشر دقائق أى ارتفاعها بالنسبة الى فضل الدائر المفروض وقد أجرينا ذلك بواسطة قوانين حساب المثلثات الكروية وحيث انه يشاهد على بعض الارباع القديمة رسم ما سميناه ببسيطة اليد فيظهر ان ذلك الرسم عمل في الزمن السالف بتعيين ارتفاع الشمس بواسطة أحد القوانين التي ذكرناها هنا

ولنضرب مثالا يتضح به المقام وان كان حل أى قانون داخل فيه السهم لاصحوبة فيه فنقول

ليكن القانون

جيب الارتفاع = جيب (تمام العرض) \times (سهم نصف قوس النهار - سهم فضل الدائر) جيبا ولنفرض

عرض البلد	= ٥٠ در ٤١ شماليه
ميل الشمس	= ٥٠ در ٨ «
فضل الدائر	= ١٨ در ٤٩ غريبه

فيكون

نصف الفضلة	= ٧	مادة (١٧٧)
نصف الفضلة + ٩٠	= ٩٧	نصف قوس النهار
سهم ٩٠	= ٦٠	
جيب ٧	= ٧,٤	
سهم ٩٧	= ٦٧,٤	مادة (١٥٧)
سهم فضل الدائر = سهم ٤٨ در ٤٩	= ٢١,٤	مادة (١٥٧)
سهم نصف قوس النهار - سهم فضل الدائر (جيبا)	= ٤٦,٠	

(١) القصد من لفظة (جيبا) هو أنه لضرب السهم في الجيب يلزم اعتبار السهم جيبا ويجرى العمل كما تقدم في ضرب الجيب في الجيب أى يؤخذ السهم على السيتيق ويستمر العمل على الجيب المبسوط الخارج من مقدار السهم كما هو معلوم وإذا زاد السهم من ٦٠ يصرف النظر عن هذا العدد ويجرى العمل على الباقي

زاوية تمام العرض فيقع المرى على جيب مبسوط يلاقى قوس الربع في نقطة يكون عددها المستوى هو الارتفاع المذكور

(مثال)

إذا فرضنا العرض = ٠٠ در ٤١ شماليه

والميل = ٠٠ در ٨

وفضل الدائر = ٤٨ در ٤٩ غريبه

يكون

جيب الترتيب = جيب ١٢ در ٤٠ × جيب ٨٢ = ٣٨,٢

المحفوظ الاول = $\frac{\text{جيب ٤١} \times \text{جيب ٨}}{\text{جيب ٤٩}}$ = $\frac{\text{بعد القطر}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$ = ٨,٤

جيب الترتيب + المحفوظ الاول = ٤٥,٦٠

جيب الارتفاع = ٤٥,٦ جيب ٤٩ = ٣٤,٥

فالارتفاع = ٣٥ در غريبه

إذا كان فضل الدائر أكبر من تسعين درجة كأن يكون ٩٧ فيث ان تمام جيب متممه أى تمام جيب ٨٣ يكون مساويا لجيب تمامه أى لجيب ٧ فإذا ضرب جيب الفرق بينه وبين التسعين درجة أى جيب ٧ في جيب تمام الميل يحصل جيب الترتيب

وإذا وجد جيب الترتيب أعظم من الستين يؤخذ من الربع جيب تمام العرض ويضرب مقداره العددي في جيب الترتيب ثم يقسم الحاصل على ستين فالحارج يكون جيب الارتفاع

وقد استعمل العرب قوانين أخرى خلاف القانون المتقدم ذكره لأجل تعيين ارتفاع فضل الدائروهي

جيب (الارتفاع) = الاصل المطلق × جيب (تمام فضل الدائر) ÷ بعد القطر

فتؤخذ العلامة + إذا كان العرض والميل متفقى الجهة والا فالعلامة -

ثم

جيب

تمام جيب (فضل الدائر) = $\frac{\text{الاصل المطلق} - (\text{جيب الغاية} - \text{جيب الارتفاع})}{\text{تجيب (الميل) تجيب (العرض)}}$

سهم فضل الدائر = $\frac{\text{جيب الغاية} - \text{جيب الارتفاع}}{\text{تجيب (العرض)}}$

وجميعها تحل بالقواعد المعروفة فلا حاجة الى ذكرها هنا غير انه يلزم التنبيه على ان حل القانون الاخير يحصل منه على جيب فيقرأ مقداره على الستيني ثم يبحث على الجيب التام عن العدد المعكوس المساوي لذلك المقدار ويخرج منه على الجيب المنكوس فيلاقي قوس الربع في نقطة يدل عددها المستوى على فضل الدائر وبعبارة أخرى بعد استخراج الجيب يلزم تحويله الى السهم بالطريقة التي سبق شرحها (في استخراج ارتفاع الشمس من فضل الدائر)

(١٧٩) « في معرفة ارتفاع فضل الدائر بطريق المحفوظين وتمام الميل - ضع الخيط على الستيني وعلم على جيب تمام الميل ثم انقل الخيط الى فضل الدائر من معكوس القوس ان كان أقل من (ص) والا فعلى الزائد على (ص) من أول القوس تجد المرى على جيب الترتيب فاجعه مع المحفوظ الاول ان كان الميل موافقا والا فخذ الفضل فما كان فهو المحفوظ الثاني فضع على الستيني وعلم على جيب تمام العرض ثم انقل الى قوس المحفوظ الثاني تجد المرى على جيب الارتفاع »

فبوضع هذه القاعدة على صورة قانون يحدث

جيب (الارتفاع) = المحفوظ الثاني × جيب (تمام العرض)

أما المحفوظ الثاني فقد عيناه في مادة (١٧٦) ووجدنا ان

جيب الترتيب = تجيب (فضل الدائر) × جيب (تمام الميل)

والمحفوظ الاول = $\frac{\text{بعد القطر}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$

والمحفوظ الثاني = جيب الترتيب × المحفوظ الاول

فبعد تعيين جيب الترتيب تؤخذ العلامة + اذا كان العرض والميل متفقى الجهة والعلامة - ان كانا مختلفيها ويعلم حينئذ المحفوظ الثاني

وحيث ان المحفوظ الثاني هذا انما هو عبارة عن جيب فبمقتضى ما قيل في مادة (١٥٩) يعين الارتفاع المطلوب بوضع الخيط على الستيني ويعلم على المحفوظ الثاني وينقل على

اللوغاريتمات زيادة ضبط ولكن فيه زيادة نهب أيضا عن استعمال الربع ولا يخفى
انه يمكن حل قانون نصف مجموع الاضلاع بواسطة الربع بغاية السهولة
(في تعيين وقت الارتفاع)

نصف الفضلة	=	$\frac{v}{90}$	مادة (١٧٧)
دقيقه	ساعات	$\frac{90}{+}$	
٢٨	٦	٩٧	نصف قوس النهار
١٩	٣	٤٩,٤٨	الفضل الدائر أى الماضى من الزوال
٠٩	٣	٤٧,١٢	الدائر أى مابقى للغروب
دقيقه	ساعة		
٠	١٢		وقت الغروب
٠٩	٣		الدائر
٥١	٨		وقت الارتفاع بدون تصحيح
٠٨	٠		التمكين
٤٣	٨		وقت الارتفاع بالساعة الغروبية

ولم يكتف علماء العرب بالقانون المتقدم ذكره لاستخراج فضل الدائر بل استعملوا
قوانين أخرى فما وقفنا عليه منها

$$\begin{aligned} & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{جيب الترتيب}}{\text{تمام جيب (الميل)}} \\ & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{[\text{الاصل المطلق} - (\text{جيب الغاية} - \text{جيب الارتفاع})]}{\text{الاصل المطلق}} \\ & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{تمام جيب (فضل الدائر)}} = \frac{\text{تجيب (العرض)} - \text{تجيب (الميل)}}{\text{جيب الغاية} - \text{جيب الارتفاع}} \\ & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{(\text{جيب (تمام العرض)} - \text{جيب الغاية} - \text{جيب الارتفاع})}{\text{تجيب (العرض)}} \\ & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{(\text{جيب (تمام الميل)} - \text{جيب الغاية} - \text{جيب الارتفاع})}{\text{جيب (تمام العرض)}} \end{aligned}$$

تمام

$$\frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{الاصل المطلق}} = \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = ٤٩,٥٠$$

وبطريقة أخرى نضرب $\frac{٢٩}{٤٤٩} = ٠,٦٤٦$ في ٦٠ فيحصل $٣٨,٧٦ = ٦٠ \times ٠,٦٤٦$

$$\text{والقوس الذي تمام جيبه } (٣٨,٧٦) = ٤٩,٥٠$$

وهو المطلوب

(وبطريقة قانون نصف مجموع الاضلاع واللوغاريتم يقال)

$$\text{جيب (نصف فضل الدائر)} = \frac{١}{٢}م =$$

$$\frac{\text{جيب } (٢ - ١) \text{ جيب } (٢ - ١)}{\text{جيب } ٢ + \text{جيب } ١}$$

$$\frac{٨٢}{٤٩} = \text{تمام الميل} = ٨٢$$

$$\frac{٤٩}{٨٢} = \text{تمام العرض} = ٤٩$$

$$\frac{٨٢}{٤٩} = \text{تمام الارتفاع} = \frac{٨٢}{٤٩}$$

$$\frac{٩٣}{٨٢} = \text{نصف مجموع الاضلاع} = \frac{٩٣}{٨٢}$$

$$\frac{١١}{٨٢} = \frac{١١}{٨٢}$$

$$\frac{٤٤}{٨٢} = \frac{٤٤}{٨٢}$$

$$\frac{٩,٢٨٠٥٩٨٨}{٨٢} = \text{لونا جيب } ١١$$

$$\frac{٩,٨٤١٧٧١٣}{٨٢} = \text{لونا جيب } ١٤$$

$$\frac{٠,٠٤٢٤٧٢}{٨٢} = \text{التمام العددي للونا جيب } ٨٢$$

$$\frac{٠,١٢٢٢٢٠١}{٤٩} = \text{التمام العددي للونا جيب } ٤٩$$

$$١٩,٢٤٨٨٣٧٤ : ٢ =$$

$$\frac{٩,٦٢٤٤١٨٧}{٨٢} = \text{لونا جيب (نصف فضل الدائر)}$$

$$\frac{٢٤,٥٤}{٨٢} = \text{نصف فضل الدائر}$$

$$\frac{(٤٨,٥٩)}{٨٢} = \text{ونصف الدائر}$$

ويتبين من هذا المثال ان الحلين يكادان يكونان متساويين نعم ان في استعمال

$$\text{والدائر} = \text{ل م ك} + \text{ك م ن}$$

وحيث ان

$$\text{ل م ك} = ٩٠ - \text{فضل الدائر}$$

$$\text{ك م ن} = \text{نصف الفضلة}$$

يكون

$$\text{الدائر} = ٩٠ - \text{فضل الدائر} = \text{نصف الفضلة}$$

فاذا كان العرض وميل الشمس في جهة واحدة كما هو في شكلنا يلزم أخذ العلامة +
واذا كانا في جهتين مختلفتين تؤخذ العلامة -

والمشهور في زمننا هذا استخراج فضل الدائر من المثلث الكروي المائل الزاوية الذي
رؤسه سمت الرأس وموضع الشمس وقطب العالم واضلاعه تمام العرض وتمام الارتفاع
وتمام ميل الشمس وذلك باستعمال القانون الذي يعلم منه نصف الزاوية القطبية
المحصورة بين تمام الميل وتمام العرض بالنسبة الى نصف مجموع الاضلاع

$$\text{مثال : عرض البلد} = ٤١^\circ \text{ شمالية}$$

$$\text{ميل الشمس} = ٨^\circ \text{ شمالية}$$

$$\text{ارتفاع الشمس} = ٣٥^\circ \text{ بعد الزوال}$$

(فبالربع يقال)

$$\text{الاصل المطلق} = \text{جيب (تمام العرض) جيب (تمام الميل) مادة (١٧٤)}$$

$$\text{بعد القطر} = \text{جيب (العرض) جيب (الميل) } \gg \text{ (١٧٥)}$$

$$\text{الاصل المعدل} = \text{جيب (الارتفاع) - بعد القطر } \gg \text{ (١٧٦)}$$

$$\text{جيب (الارتفاع)} = \text{جيب } ٣٥^\circ = ٣٤,٥$$

$$\text{بعد القطر} = \text{جيب } ٤١^\circ \times \text{جيب } ٨^\circ = ٥,٥$$

$$\text{الاصل المعدل} = ٢٩,٥$$

$$\text{الاصل المطلق} = \text{جيب } ١٩^\circ \times \text{جيب } ٨٢^\circ = ٤٤,٩$$

فبالطريقة الاولى المذكورة في مادة (١٦٣) نجد

الاصل

وإذا طرح فضل الدائر من تسعين أى إذا أخذ العدد المستوى المقابل لنقطة تلاقى المحيط بتوس الربع ثم أضيف الى نصف الفضلة اذا كان العرض والميل فى جهة واحدة أو طرح منه اذا كانا فى جهتين مختلفتين فالمجموع أو الفاضل يدل على دائر وقت الارتفاع بحيث انه اذا كان الارتفاع شرقيا يعلم الماضى من الشروق واذا كان غربيا يعلم الباقي منه

وكيفية انشاء القانون المتقدم ذكره أن يقال لنفرض الشمس فى (ل) (شكل ٩٦) وقت أخذ ارتفاعها فالماضى من الزوال هو القوس (ص ل) والباقي للغروب هو القوس (ل د) فالاول هو فضل الدائر والثانى الدائر ولنا فى المثلث القائم الزاوية (د ل م)

$$\frac{د}{ل} = \text{جيب (ك م ل)} = \text{تمام جيب (ل م ص)} \text{ أى فضل الدائر}$$

وحيث ان المثلثين (د ل م) و (م ص ب) متشابهان فلنا

$$\frac{د}{ل} = \frac{م}{ص}$$

ومنه

$$\frac{ل د}{ص ب} = \frac{ل م}{ص ب}$$

أما (م ل) و (م ص) فهما نصف قطرى المدار فهما اذن متساويان وبوضع (م ل) بدلا من (م ص) يحدث

$$\frac{ل د}{ص ب} = \frac{ل م}{ص ب}$$

وبوضع هذا المقدار فى المعادلة الاولى ينتج

$$\frac{ل د}{ص ب} = \frac{ل م \times ل د}{ص ب \times ل م} = \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{ل}{ص ب}$$

أما (ل د) فهو بمقتضى ما ذكر فى مادة (١٧٦) الاصل المعدل و (ص ب) بمقتضى ما ذكر فى مادة (١٧٤) الاصل المطلق فلنا اذن

$$\text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{الاصل المطلق}}$$

وليلاحظ أن $\frac{٥٥}{٤٤٩}$ لا يدل على خارج قسمة ٥٥ على ٤٤٩ بل على لزوم قسمة الجيب المبسوط الخارج من نقطة ٥٥ من الستيني على الجيب المبسوط الخارج من نقطة ٤٤٩ ومع ذلك إذا أريد إيجاد نصف الفضلة بواسطة هذين العددين يلزم ضرب خارج القسمة في ٦٠ كما لا يخفى فيكون

$$\frac{٥٥}{٤٤٩} = \frac{٠.١٢٢}{٦٠}$$

أي أن نصف الفضلة هو القوس (٧°) الذي يفصله الجيب المبسوط المار بنقطة الستيني المقابلة للعدد ٧,٣٢٠ ويؤخذ من المثال السابق أن الفرق بين الحليين المذكورين إنما هو دقيقة واحدة ولا غرابة في ذلك إذ قد يقع في الحل بواسطة الربع خطأ من ثلاث دقائق إلى خمس

إذا عرفت كيفية تعيين نصف الفضلة وأردت بعد ذلك معرفة مدة النهار والليل ووقت الزوال والطلوع فراجعة ما ذكر في مادة (١٤٧) كاف للغرض وواف بالمقصود

(في استخراج الدائر وفضل الدائر)

(١٧٨) « في معرفة فضل الدائر والدائر من الاصل المطلق والاصل المعتدل — ضع على الستيني وعلم على الاصل المطلق ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على الاصل المعتدل فاقطع من معكوس القوس فهو فضل الدائر هو الباقي للزوال ان كنت قبله والماضي منه ان كنت بعده وما قطع الخيط من أول القوس زد عليه نصف الفضلة ان كان الميل موافقا وانقصه ان كان مخالفا فما كان فهو الدائر ان كان الارتفاع شرقيا هو الماضي من الشروق والا فهو الباقي للغروب » فبوضع هذه القاعدة على صورة قانون يحدث

$$\text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{الاصل المعتدل}}{\text{الاصل المطلق}}$$

ويعلم خارج القسمة هذا بواسطة الطريقة الاولى المذكورة في مادة (١٦٣) مع ملاحظة ان خارج القسمة المذكور هو تمام جيب فعلى هذا يلزم أخذ العدد المعكوس المقابل لنقطة تلاقي الخيط بقوس الربع فيكون هو فضل الدائر فاذا كان الارتفاع شرقيا يدل ذلك العدد على الزمن الباقي للزوال وان كان الارتفاع غربيا يدل العدد المذكور على ماضى من الزوال فبطرح فضل الدائر من نصف مدة النهار المتقدم تعيينه أو بضمه اليه تعلم الساعة المقابلة للارتفاع المفروض

$$\text{جيب (نصف الفضلة)} = \frac{\text{المحفوظ الاول}}{\text{جيب تمام الميل}}$$

$$\text{جيب (العرض)} = \frac{\text{جيب المائل}}{\text{الاصل المطلق}}$$

$$= \text{مماس (العرض)} \times \text{مماس (الميل)}$$

والمتداول في هذا الزمان لاستخراج نصف التعديل استعمال هذه الطريقة بان يقال
ليكن المثلث الكروي القائم الزاوية (ب م ح) (شكل ٩٨) بحيث ان الضلع (بم)
عبارة عن قوس الدائرة العظمى التي تقاس عليها الزاوية (ح ز) فلنسا بمقتضى
القانون

$$\text{مماس (الضلع)} = \text{مماس (الزاوية المقابلة لذلك الضلع)} \times$$

$$\text{جيب (الضلع الآخر)}$$

$$\text{مماس (ب ح)} = \text{مماس (ب م ح)} \times \text{جيب (م ب)}$$

ومنه

$$\text{جيب (م ب)} = \frac{\text{مماس (ب ح)}}{\text{مماس (ب م ح)}}$$

وبما ان

$$\text{ب م ح} = \text{تمام عرض البلد}$$

$$\text{و ب ح} = \text{ميل الشمس في اليوم المقروض}$$

فيمكن بواسطة اللوغاريتمات استخراج (م ب) من ذلك القانون

$$\text{منال ذلك} - \text{اذا فرضنا تمام العرض} = ٩٠^\circ$$

$$\text{وميل الشمس} = ٨^\circ$$

وباللوغاريتمات

يكون الحل بالربع

$$\text{لوغا مماس } ٨^\circ = ٩,١٤٧٨٠٢٥$$

$$\text{بعد القطر} = \text{جيب } ٤١^\circ \times \text{جيب } ٨^\circ = ٥,٥$$

$$\text{لوغا مماس } ٩^\circ = ٥,٠٦٠٨٣٦٩$$

$$\text{الاصل المطلق} = \text{جيب (٩٠ - ٤١)} \times$$

$$\text{لوغا جيب (نصف الفضلة)} = ٩,٠٨٦٩٦٥٦$$

$$\text{جيب (٩٠ - ٨)} = ٤٤,٩$$

$$\text{نصف الفضلة} = ٧,٠١$$

$$\text{نصف الفضلة} = \frac{٥,٥}{٤٤,٩} = ٧,٠٠$$

(م) سطحاً موازياً للافق فيقطع المدار المذكور على الخط (م ل) ويكون القوس (م هـ ل) الذي فوق هذا الخط مائة وثمانين درجة ويحدث

$$\frac{\text{ب هـ} - \text{م هـ ل}}{2} = \text{ب ل}$$

ويوصل نقطتي م و ب بالخط (م ب) يكون

$$\frac{\text{ب هـ} - \text{م هـ ل}}{2} = \text{ب م ل}$$

فيؤول الامر الى تعيين هذه الزاوية (ب م ل) ولأجل ذلك يقال لترسم من نقطة (ب)

العمود (ب ح) على (م ل) فلنا في المثلث (ب م ح) القائم الزاوية

$$\frac{\text{م}}{\text{ب م}} = \text{جيب (ب م ح)} = \text{جيب (نصف الفضلة)}$$

ولكن

$$\text{ب ح} = \text{ب م}$$

$$\text{و} \quad \text{ب م} = \text{م هـ}$$

فأذن

$$\frac{\text{م}}{\text{م هـ}} = \text{جيب (نصف الفضلة)}$$

ولكون المثلثين (ب م ح) و (م هـ د) متشابهين يحدث أن

$$\frac{\text{ب م}}{\text{م هـ}} = \frac{\text{م ك}}{\text{م د}}$$

فأذن

$$\frac{\text{م ك}}{\text{م د}} = \text{جيب (نصف الفضلة)}$$

وحيث أن (م ك) هو بعد القطر و (م د) الاصل المطلق كما قلنا في مادتي (١٧٥)

و (١٧١) فيكون

$$\frac{\text{بعد القطر}}{\text{الاصل المطلق}} = \text{جيب (نصف الفضلة)}$$

وهو المطلوب

ولم يقتصر مؤلفو العرب على هذا القانون لاستخراج نصف التعديل بل أدخلوا فيه

مقادير بعد القطر والاصل المطلق والمحفوظين بجاء على صور مختلفة مثال ذلك

ولكن قلنا في مادة (١٧٤) ان

صَ بَ = الاصل المطلق

= جيب (تمام العرض) جيب (تمام الميل)

فأذن

د ل = تجيب (ل م ص) جيب (تمام الميل)

وسيتبين لنا من مادة (١٧٨) أن زاوية (ل م ص) هي فضل الدائر فيكون اذن

د ل = جيب الترتيب = جيب (تمام فضل الدائر) جيب (تمام الميل)

وبناء عليه اذا علم فضل الدائر وكان الارتفاع مجهولا يمكن بواسطة هذا القانون استخراج جيب الترتيب

(في تعيين نصف الفضلة ومدة الليل والنهار ووقت الطلوع والزوال)

(١٧٧) « في معرفة نصف التعديل من الاصل وبعد القطر - ضع على الستيني وعلم

على الاصل ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على بعد القطر فما قطع من القوس فهو نصف

التعديل ويسمى نصف الفضلة »

معنى ذلك ان

$$\text{جيب (نصف الفضلة)} = \frac{\text{بعد القطر}}{\text{الاصل المطلق}}$$

وباستعمال الطريقة الاولى المينة في مادة (١٦٣) لاجراء هذه القسمة يعلم جيب

نصف الفضلة ومنه تعلم زاويته غير انه ينبغي أن يعلم ان تلك الطريقة تستدعى وضع

الخيط على الزاوية وقد اتضح لنا من مادتي (١٧٤) و (١٧٥) ان الاصل المطلق وبعد

القطر انما هما جيبان فيمكن اذن وضع الخيط على الستيني ويعلم على الجيب المسمى

بالاصل المطلق ثم يحرك الخيط حتى يقع المرى على الجيب المبسوط الخارج من مقدار

بعد القطر ويرى من ذلك انه يمكن اجراء عملية الضرب والقسمة سواء علمت الزاوية

أو جيبها فقط

ونصف الفضلة ويقال له نصف التعديل هو نصف الناضل بين مدة النهار أو الليل

واثنى عشرة ساعة والافوق أن يقال انه نصف الفاضل بين قوس النهار أو الليل ومائة

وثمانين درجة

ولاييجاد القانون المتقدم ذكره نقول ليكن (ع ع) أفق المحل (شكل ٩٧) و (هـ ح)

مدار الشمس في يوم مفروض فقوس النهار يكون (ب هـ ب) ولترسم من مركز المدار

$$\frac{ل}{ل} = \text{جيب (ل ز)}$$

أو

$$ل = \frac{ل}{\text{جيب (ل ز)}}$$

أعني

$$\text{جيب (تمام العرض)} = ل = \frac{\text{أصل المعدل}}{\text{جيب الترتيب}}$$

أى انه اذا قسم أصل المعدل على جيب تمام العرض باحدى الطرق المذكورة في مادة (١٦٣) يحصل على جيب الترتيب واذا كان الارتفاع مجهولا يمكن معرفة جيب الترتيب بالطريقة الآتية بيانها ومتى علم يستخرج منه المحفوظ الثانى لان

$$\text{المحفوظ الثانى} = \text{جيب الترتيب} + \text{المحفوظ الاول}$$

فالعلامة + تكون للبروج الشمالية والعلامة - للبروج الجنوبية وبيان تلك الطريقة ان يقال لنا فى المثلث (ل م ل) القائم الزاوية

$$\frac{ل}{ل} = \text{جيب (ل م ل)}$$

$$= \text{تجيب (ل م ص)}$$

ومنه

$$ل م = \frac{ل}{\text{تجيب (ل م ص)}}$$

وفى المثلث (م ص ب)

$$م ص = \frac{\text{ص ب}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$$

وحيث ان (ل م) و (م ص) متساويان لانهما نصف قطر المدار يحدث

$$\frac{ل}{\text{تجيب (ل م ص)}} = \frac{\text{ص ب}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$$

ومنها

$$ل = \text{تجيب (ل م ص)} \times \frac{\text{ص ب}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$$

ولكن

(د ط) المحفوظ الاول و (د ل) جيب الترتيب
ولاستخراج مقادير هذه الكميات نقول في المثلث (د ه ط) القائم الزاوية لنا

$$\frac{د ه}{د ط} = \text{جيب (د ه ط)}$$

ولكن

$$د ه = \text{بعد القطر}$$

$$د ط ه = \text{تمام عرض البلد}$$

فاذن

$$\frac{\text{بعد القطر}}{د ط} = \text{جيب (تمام العرض)}$$

أو

$$\frac{\text{بعد القطر}}{\text{جيب (تمام العرض)}} = د ط = \text{المحفوظ الاول}$$

وفي المثلث (ط ب ل) القائم الزاوية لنا

$$\frac{ب ل}{ل ط} = \text{جيب (ل ط ب)}$$

ولكن

$$ب ل = \text{جيب (الارتفاع)}$$

$$ل ط ب = \text{تمام العرض}$$

فاذن

$$\frac{\text{جيب (الارتفاع)}}{ل ط} = \text{جيب (تمام العرض)}$$

$$\frac{\text{جيب (الارتفاع)}}{\text{جيب (تمام العرض)}} = ل ط = \text{المحفوظ الثاني}$$

وأما جيب الترتيب فكانوا يعرفونه بضم المحفوظين أو بطرح أحدهما من الآخر كما
تقدم ويمكن معرفته أيضا بواسطة أصل المعدل (ح ل) المذكور في مادة (١٧٦)
بأن يقال

« في معرفة المحفوظ الأول — ضع على تمام العرض وعلم على بعد القطر ثم انقل الى الستيني تجد المحفوظ الأول »

« في معرفة المحفوظ الثاني بعد أخذ الارتفاع — ضع على تمام العرض وعلم على جيب الارتفاع ثم انقل الى الستيني تجد المحفوظ الثاني »

« في معرفة جيب الترتيب — اجمع المحفوظ الأول والثاني في البروج المخالفة وخذ الفضل في الموافقة فما كان فهو جيب الترتيب »
فاذا وضعنا هذه القواعد على صورة قوانين نجد

$$\frac{\text{بعد القطر}}{\text{جيب (تمام العرض)}} = \text{المحفوظ الأول}$$

$$\frac{\text{جيب (الارتفاع)}}{\text{جيب (تمام العرض)}} = \text{المحفوظ الثاني}$$

$$\text{جيب الترتيب} = \text{المحفوظ الثاني} \mp \text{المحفوظ الأول}$$

ولحساب الأول والثاني من هذه القوانين تستعمل الطريقة الثانية المذكورة في مادة (١٦٣) فاذا كانت الشمس في جهة مخالفة للعرض يضم أحد المحفوظين للآخر فيحدث جيب الترتيب واذا كانت في جهة موافقة للعرض يطرح أحدهما من الآخر وقد سمى العرب هذه الاشياء الثلاثة بالمحفوظ الأول والمحفوظ الثاني وجيب الترتيب لكثرة استعمالهم لها في عملياتهم وكثيرا ما نسبهم حقائقها على الطالبين ولكن اذا تأملت فيما سنلقيه عليك الآن تنكشف لك وجوه معانيها

اذا أنزلنا خطا عموديا من موضع الشمس على الفصل المشترك بين مدارها وسطح الافق يكون هذا العمود المحفوظ الثاني واذا رسمنا من مركز المدار خطا موازيا للفصل المذكور فانه يقسم المحفوظ الثاني الى قسمين فالقسم الذي في جهة الفصل المشترك يسمى المحفوظ الأول والقسم الذي في جهة الشمس يسمى جيب الترتيب

ولايضاح ذلك نفرض (ع ع) الافق (شكل ٩٦) و (ص ص) مدار الشمس و (م) مركزه و (ع ع) سطحا مارا من هذا المركز وموازيا للافق و (ل) موضع الشمس و (ق ق) الفصل المشترك بين المدار والافق و (ك ك) خط تقاطع السطح (ع ع) و سطح المدار فهو مواز للفصل المشترك (ق ق) . و (ل ط) العمود النازل من موضع الشمس على (ق ق) فيكون هو المحفوظ الثاني وقسمه

(د ط)

$$b - c = s = s$$

أى أن جيب غاية الارتفاع ناقصا بعد القطر يساوى الاصل وإذا فرضنا العرض والميل مختلفين أى أحدهما شماليا والآخر جنوبيا يكون الاصل مساويا لحاصل جمع جيب الغاية وبعد القطر

(في تعيين الاصل المعدل)

(١٧٦) « في معرفة الاصل المعدل — اجمع بعد القطر مع جيب الارتفاع ان كان الميل مخالفا وخذ الفضل ان كان موافقا فالحاصل أو بقى سهمه الاصل المعدل » فإذا فرضنا عرض البلد وميل الشمس في جهة واحدة يكون

الاصل المعدل = جيب (الارتفاع) — بعد القطر

وإذا فرضناهما في جهتين مختلفتين يكون

الاصل المعدل = جيب (الارتفاع) + بعد القطر

وينتج من ذلك ان الاصل المعدل انما هو جيب يتولد من فاضل جيبين أو من مجموعهما

لفرض الشمس في (ل) مثلا (شكل ٩٥) فيكون

$$\frac{ص ل}{ص} = \text{جيب الارتفاع}$$

$$\frac{ب د}{ص} = \frac{ص د}{ص} = \text{بعد القطر}$$

وحيث ان العرض والميل في شكنا هما في الجهة الشمالية فيلزم طرح أصغرهما من أكبرهما فيحدث أن

$$\frac{ص ل - ص د}{ص} = \text{جيب (الارتفاع) — بعد القطر}$$

وإذا فرضنا نصف القطر واحدا يكون أصل المعدل (د ل)

وإذا كان العرض شماليا والميل جنوبيا يكون بعد القطر تحت الافق فيلزم حينئذ ضعه الى جيب الارتفاع اذ في هذه الحالة يكون

$$(ب د) \text{ أى أصل المعدل } = \text{جيب (الارتفاع) } + \text{بعد القطر}$$

(في تعيين المحفوظ الاول والثانى وجيب الترتيب)

وموازيًا للافق وأنزلنا عمودًا على الافق من نقطة غاية ارتفاع الشمس التي على المدار المذكور فنسبة الجزء من هذا العمود المحصور بين ذلك المستوى وسطح الافق الى نصف قطر الكرة يسمى بعد القطر فهو اذن عبارة عن جيب
فاذا فرضنا نصف القطر مساويًا لواحد يكون بعد القطر هو الخط (ب د) (شكل ٩٥)
ولا استخراجة نقول

$$\frac{ب}{حـص} = \text{جيب } (م + ن)$$

أعني

$$\frac{ب}{ص} = \text{جيب } (م + ن)$$

ولكن قد وجدنا سابقًا أن

$$\frac{د}{ص} = \frac{1}{2} [\text{جيب } (م + ن) + \text{جيب } (م - ن)]$$

فب طرح هذه المعادلة من المعادلة الاولى يحدث

$$\frac{ب - د}{ص} = \frac{\text{جيب } (م + ن) - \text{جيب } (م \times ن)}{2} - \text{جيب } (م - ن)$$

ومنها

$$\frac{ب - د}{ص} = \frac{\text{جيب } (م + ن) - \text{جيب } (م - ن)}{2}$$

$$= \text{تمام جيب } (ن) \times \text{جيب } (م)$$

و

$$\frac{ب - د}{ص} = \text{جيب } (٩٠ - ن) \times \text{جيب } (م - ن)$$

$$= \text{جيب } (العرض) \times \text{جيب } (الميل)$$

وهو المطلوب

ويعلم من هذا القانون انه اذا كن العرض فقط أو الميل فقط صفرا يكون بعد القطر صفراً أيضاً

(ملحوظ) - اذا علم بعد القطر وغاية الارتفاع يمكن استخراج الاصل المطلق منهما فلو فرضنا العرض والميل شماليين يكون

$$\frac{2}{3} = \text{جيب } (u) \text{ جيب } (90 - m) \quad (1)$$

وهو المطلوب
وحيث ان

$$u = \text{تمام عرض البلد}$$

$$(90 - m) = \text{تمام ميل الشمس}$$

فيعلم مما تقدم ان الاصل المطلق يساوى الحاصل من جيب تمام عرض البلد في جيب تمام ميل الشمس ويرى من هذا القانون أنه اذا كان العرض صفرا تكون (u) مساوية لتسعين وحيث ان جيب التسعين واحد يكون الاصل المطلوب مساويا لجيب تمام الميل واذا كان ميل الشمس صفرا بان كانت على دائرة المعدل فيكون جيب (90 - m) = 1 واذن يكون الاصل المطلق مساويا لجيب تمام العرض واذا فرض كل من العرض والميل صفرا يحدث

$$\frac{2}{3} = 1 \text{ ومنه } d = 70$$

وحيث ان (u) في العمل مساو لنصف قطر الربع أى استين فيكون $d = 70$ أيضا

(في استخراج بعد القطر)

(١٧٥) « في معرفة بعد القطر — ضع على الستيني وعلم على جيب الميل ثم انقل الى العرض وان شئت فعلم في الستيني على جيب العرض ثم انقل الى الميل تجد المري على بعد القطر » فبوضع هذه القاعدة على صورة قانون نجد

$$\text{بعد القطر} = \text{جيب (العرض)} \times \text{جيب (الميل)}$$

وقد بينا في مادة (١٥٩) كيفية ضرب جيب في جيب آخر وليبان معنى بعد القطر نقول اذا فرضنا مستويا مارا بمركز مدار الشمس في أى يوم كان

(١) يمكن ايجاد ذلك بطريقة اخرى وهى

$$\frac{2}{3} = \text{جيب } (u)$$

$$\frac{2}{3} = \text{جيب } (90 - m)$$

فبضرب الطرفين يحدث

$$\frac{2}{3} = \text{جيب } (u) \text{ جيب } (90 - m)$$

وهو المطلوب اه مترجم

$$\frac{ص \ ح + ح \ ح}{ص \ ح} = \text{جيب } (م + ح) + \text{جيب } (م - ح)$$

أو بفرض

$$ص \ ح = ح \ ح = ص \ ح$$

يكون

$$\frac{ص \ ح + ح \ ح}{ص} = \text{جيب } (م + ح) + \text{جيب } (م - ح)$$

وحيث ان مثلثي (ب ح س) و (ط ه ط) متساويان يكون

$$ص \ ح = ح \ ح = ط \ ه$$

فبوضع (ه ه) بدلا من (ب ح) يحدث

$$\frac{ص \ ح + ح \ ه}{ص} = \text{جيب } (م + ح) + \text{جيب } (م - ح)$$

ولكون

$$ص \ ح = ح \ ه + ح \ ح$$

يكون

$$\frac{ح \ ه}{ص} = \text{جيب } (م + ح) + \text{جيب } (م - ح)$$

وبضرب الطرفين في $\frac{1}{ص}$ يحدث

$$\frac{ح \ ه}{ص^2} = \frac{1}{ص} [\text{جيب } (م + ح) + \text{جيب } (م - ح)]$$

ولكن وجدنا ان

$$ح \ ه = ح \ ح + ح \ ح \text{ فاذن يكون}$$

$$\frac{ح \ ح}{ص^2} = \frac{1}{ص} [\text{جيب } (م + ح) + \text{جيب } (م - ح)]$$

$$\frac{ح \ ح}{ص^2} = \frac{1}{ص} [\text{جيب } (م + ح) + \text{جيب } (م - ح)]$$

ومن المعلوم في حساب المثلثات أن

$$\text{جيب } (م + ح) + \text{جيب } (م - ح) = \text{جيب } (م) \text{ تمام جيب } (م)$$

فاذن

$$\frac{ح \ ح}{ص^2} = \text{جيب } (م) \text{ تمام جيب } (م)$$

أو

وقد اشتملت الرسائل المذكورة على كثير من الالفاظ مثل الاصل المطلق وبعد القطر واصل المعتدل ولم تبين بالتفصيل مدلولاتها وقد أمكننا بالتأمل في العمليات الجارية عليها أن نستنبط اها التعريفات الآتية

لنفرض مستويا مارا بمركز مدار الشمس في أى يوم كان وموازيا للافق فاذا أنزلنا عمودا على هذا المستوى من نقطة غاية ارتفاع الشمس على المدار المذكور فنسبة هذا العمود الى نصف قطر الكرة يسمى الاصل المطلق لليوم المفروض فهو اذن عبارة عن جيب

لنفرض المدار (ح هـ) (شكل ٩٥) فالاصل المطلق المقابل له هو $\frac{ح}{ص}$ فعلماء العرب حسبوا الكمية $ح$ لكل يوم بالنسبة الى نصف القطر $ص$ المفروض انقسامه الى ستمين قسما أقساما متساوية وأدخلوها في حساباتهم الفلكية وهى كمية متغيرة في كل أيام السنة كما لا يخفى وكيفية تعيين هذه الكمية ان نرسم الافق (ع عـ) وخط الاستواء (ع حـ) والمدار (ل حـ) المقابل للمدار المفروض (ح هـ) فتكون الزاوية (ع ص حـ) مساوية لميل الشمس في اليوم المفروض أى للزاوية (ع ص حـ) ثم اذا مددنا العمود (ح د) الى ان يلاقى الافق في (ب) ورسمنا (هـ هـ) موازيا للافق المذكور يحدث مثلثان متشابهان (هـ هـ حـ) و (د ص حـ) وحيث ان وترأ كبرهما (ح هـ) مضاعف وتر الاخر (ح د) فالضلعان الاخران من الاول يساويان مضاعفى ضلعى الاخر فيكون

$$ح د = \frac{ح هـ}{٢}$$

$$\text{ومنه } ح هـ = ٢ ح د$$

ولنا في المثلثين القائمى الزاوية (ص ب حـ) و (ص ب حـ) (ص ب حـ)

$$\frac{ح ب}{ص} = \text{جيب } (ح ص ب)$$

$$= \text{جيب } (٩٠ + م)$$

$$\frac{ح ب}{ص} = \text{جيب } (ح ص ب)$$

$$= \text{جيب } (٩٠ - م)$$

وبالجمع يحدث

ع = عرضه

ط = طوله

ه = ميل الشمس الاعظم

لا = الزاوية المعينة

ومن المعلوم ان (ه) اى ميل الشمس الاعظم هو الزاوية التى بين مدار الشمس السنوى وخط الاستواء وهذه الزاوية متناقصة فى كل آن بكمية صغيرة جدا وتتاقصها ناشئ عن ثلاثة أسباب وهى الكبو المسمى بالفرنساوية (فوتاسيون) ومبادرة الاعتدالين (بره سه سيون) وانحراف الضوء (أبراسيون) أما الكبو فهو حركة خفيفة لمحور العالم ومبادرة الاعتدالين هى انتقال نقطتى الاعتدالين على خط الاستواء وانحراف الضوء هو انكساره عن اتجاهه حينما يرد اليها فهذه الاسباب تؤثر فى ميل الكواكب ومطالعها فاذا أريد ايجادها بالضبط يلزم تصحيح النتائج المتحصلة بالقوانين المتقدمة المذكورة على حسب القواعد المذكورة فى كتب علم الهيئة

(فى تعيين عرض البلد)

(١٧٣) لذلك طريقتان مذكورتان فى رسائل الجيب

(الاولى) متى علم ميل الشمس يؤخذ الارتفاع بالربع وقت الزوال فان كانت الشمس فى البروج الشمالية يطرح الميل من الارتفاع وان كانت فى البروج الجنوبية يضاف أحدهما الى الآخر ويطرح الحاصل من التسعين

(والثانية) يؤخذ كوكب أبدى الظهور ومعلوم الميل وعند مروره بنصف النهار يؤخذ ارتفاعه الاعلى وارتفاعه الاسفل فنصف مجموعهما يساوى العرض وحيث ان هاتين العمليتين من الامور المعروفة فنكتفى بما ذكرناه اجتنابا للتطويل

(فى تعيين الاصل المطلق)

(١٧٤) « فى معرفة الاصل — ضع على الستينى وعلم على جيب تمام الميل ثم انقل الى تمام العرض وأصعد من المرى الى الستينى تجد الاصل » فبوضع هذه القاعدة على صورة قانون نجد

الاصل = جيب (تمام الميل) × جيب (تمام العرض)

وقد ذكرنا فى مادة (١٥٩) كيفية ضرب جيب فى جيب آخر

هذا وبامعان النظر في المثلث (هـ ن د) الذي تولد منه القوانين المتقدمة يرى أنه يمكن أن يكون لهذا المثلث ستة أوضاع مختلفة ففي بعض الاوضاع يلزم جمع العرض والميل الثاني للطول أو طرح أصغرهما من الأكبر ويكون ميل الكوكب بعد ذلك اما شماليا واما جنوبيا وقد اجتهد مؤلفو العرب في بيان ذلك ولكن لم ينفوا بالمقصود فلتسهيل الفهم قد حررنا الجدول الآتي المحتوي على جميع القروض والنتائج المقابلة لها

طول الكوكب	عرض الكوكب	الاشارات	بعد الكوكب
شمالي < الميل الثاني للطول (العرض + الميل الثاني للطول)	شمالي		
من ١٨٠ إلى ١٨٠	جنوبي < »	(العرض - الميل الثاني للطول)	جنوبي
جنوبي < »	(الميل الثاني للطول - العرض)	شمالي	
جنوبي < »	(العرض + الميل الثاني للطول)	جنوبي	
من ١٨٠ إلى ٣٦٠	شمالي < »	(العرض -)	شمالي
شمالي > »	(الميل الثاني للطول - العرض)	جنوبي	

وأما كيفية تعيين ميل الكواكب ومطالعها على عهدنا هذا فهي أنه متى علم عرضها وطولها يستعمل القانونان

$$\text{جيب (م)} = \text{جيب (ع هـ)} + \text{تجيب (ع) جيب (هـ) جيب (ط)}$$

$$\text{تجيب (ل)} = \frac{\text{تجيب (ع) تجيب (ط)}}{\text{تجيب (م)}}$$

ويمكن حسابهما بواسطة الربع المجيب أو جداول اللوغاريتمات غير أنه يلزم في هذه الحالة تغيير القانون الاول بالكيفية الآتية وهي

$$\text{مماس (لا)} = \frac{\text{جيب (ط)}}{\text{مماس (ع)}}$$

$$\text{مماس (ل)} = \frac{\text{جيب (لا - هـ)}}{\text{جيب لا}} \times \text{مماس (ط)}$$

$$\text{مماس (م)} = \text{تمام مماس (لا - هـ) جيب ل}$$

أما مقادير هذه الحروف فهي

$$\text{م} = \text{ميل الكوكب أو بعده}$$

$$\text{ل} = \text{مطالعه المستقيمة}$$

لنفرض (هـ) (شكل ٩٤) الكوكب و (هـ و ز) المثلث المحدود بالدوائر العظمى المارة بهذا الكوكب وبقطب العالم وبقطب دائرة البروج فالضلع (هـ و) يكون ميل الكوكب المطلوب تعيينه ولنا

$$\text{جيب (هـ و)} = \text{جيب (هـ ز)} \times \text{جيب (و ز هـ)}$$

وفي المثلث القائم الزاوية (ك ز هـ) لنا أيضا

$$\text{تمام جيب (ك ز)} = \text{تمام جيب (ك هـ)} \times \text{جيب (ز هـ)}$$

وحيث ان زاوية (ك ز هـ) هي نفس زاوية (و ز هـ) يحدث

$$\text{جيب (هـ و)} = \frac{\text{تمام جيب (ك ز)}}{\text{تمام جيب (ك هـ)}} \times \text{جيب (هـ ز)}$$

أو

$$\text{جيب (ميل الكوكب)} = \frac{\text{تجيب (الميل الاعظم)}}{\text{تجيب (الميل الثانى للطول)}} \times \text{جيب (العرض + الميل الثانى للطول)}$$

وهو القانون العام المتقدم ذكره وانما يختلف عن القوانين التى استعملتها العرب بكوننا ذكرنا فيه الزوايا وهم كانوا يعتبرون تمامها بقصد تبديل تمام الجيب بالجيب فاذا أردنا إيجاد القانون المتعلق بالحالة الاولى التى يكون فيها الكوكب على خط الاستواء نقول انه فى هذه الحالة يكون الميل الثانى صفرا فبقدر ذلك فى القانون الاخير يحدث

$$\text{جيب (ميل الكوكب)} = \text{تجيب (الميل الاعظم)} \times \text{جيب (عرض الكوكب)}$$

وللحالة الثانية يكون الكوكب على دائرة البروج فيكون عرضه صفرا ونجد

$$\text{جيب (ميل الكوكب)} = \text{مماس (الميل الثانى للطول)} \times \text{تجيب (الميل الاعظم)}$$

وللحالة الثالثة يكون الطول صفرا ويحدث

$$\text{جيب (بعد الكوكب)} = \text{تجيب (الميل الاعظم)} \times \text{جيب (عرض الكوكب)}$$

فاذا قارنا قانون الحالة الثانية بقانون الميل الثانى المذكور فى مادة (١٧١)

نجد أن

$$\text{الميل الاول أى بعد الكوكب} = \text{الميل الثانى للكوكب}$$

ويرى بسهولة ان قانون الحالة الثالثة هو نفس القاعدة العربية المذكورة آنفا

هذا

فبضرب هذين الجيبين بالقاعدة المذكورة في المادة (١٥٩) يعلم جيب البعد أى جيب ميل الكوكب فاقوسه

» وان وجد طول الكوكب وعرضه معا فاستخرج الميل الثانى لدرجة طوله ثم اجمعه الى عرضه ان وافقه في الجهة وخذ الفضل ان خالفه فما كان فهو العرض المعدل فضع على تمام الميل الثانى لدرجة طوله وعلم على جيب تمام الميل الاعظم ثم انقل الى العرض المعدل تجد المرى على جيب بعد الكوكب وجهته البعد جهة الاكثري العرض والميل الثانى لدرجة طوله «

فاذا وجد للكوكب طول وعرض يبحث ابتداء عن الميل الثانى لدرجة الطول بمقتضى ماتقدم في مادة (١٧١) ولنفرسه هـ فان كانت الزاوية (هـ) موافقة في الجهة لعرض الكوكب أى انهما شماليان أو جنوبيان يضاف أحدهما الى الآخر واذا كانا مختلفين يطرح اصغرهما من أكبرهما فالعدد الناتج من هذا الجمع أو الطرح يسمى بعرض المعدل ولنفرسه (ع) فبمقتضى القاعدة المذكورة في الكتب العربية لنا هذا القانون

$$\text{جيب (بعد الكوكب)} = \frac{\text{جيب (تمام الميل الاعظم)} \times \text{جيب (ع)}}{\text{جيب (٩٠ - هـ)}}$$

ويمكن حسابه بالقاعدة الخامسة المذكورة في المادة (١٦٣)

(استطراد)

يرى مما سبق ان المؤلفين قسموا قاعدة تعيين بعد الكوكب الى أربعة أقسام ولكن هذا التقسيم ليس بجيد لانهم اعتبروا في القسم الاول الحالة التى يكون فيها الطول والعرض مساويين لصفر فيكون حينئذ البعد صفرا أيضا نعم ان هذا صحيح ولكن قد يكون البعد صفرا أيضا بدون أن يكون الطول والعرض مساويين للصفر فالتقسيم اذن ليس حاصرا وكان الاوفق أن يعتبروا في القسم الاول الحالة التى يكون فيها الكوكب على معدّل النهار وفي الثانى الحالة التى يكون فيها الكوكب على دائرة البروج وفي الثالث الحالة التى يكون فيها الكوكب على مبدأ الطول وفي الرابع الحالة التى يكون فيها الكوكب فى أى محل كان فهذه الكيفية كان يمكن ايجاد قانون عام للحالة الرابعة يستنبط منه الاحوال الثلاث الاخر ببعض تغييرات خصوصية

جيب (الميل الاول)
تمام جيب (الميل الاعظم)

وقد استعمل علماء العرب قديما هذا القانون كما استعملوا القانون المتقدم ذكره وهو
مماس (الميل الثانى) = مماس (الميل الاعظم) \times جيب (طول الشمس)
أما استعمالهم القانون الذى فيه المماس والجيب مقسوم على جيب فهو من القاعدة
المذكورة فى كتبهم وهاهى بنصها

« وان شئت فضع على تمام الميل الاعظم والمرى على (كد) من المبسوطة ثم انقل
الى بعد الدرجة من أقرب الاعتدالين وادخل بالمرى الى الجيب الاعظم (الى السنينى)
تجد الظل السنينى المنكوس للميل الثانى فأكمل العمل كما تقدم تجد المراد»

(فى استخراج ابعاد الكواكب)

(١٧٢) اذا فرضنا مروردائرة عظمية بكوكب وبقطب العالم فجزؤها المحصورين
الكوكب ومعدل النهار يسمى عند القدماء بعدد الكوكب المذكور ويسمى عند
المتأخرين بميل الكوكب وكان علماء العرب يستخرجون بعد الكوكب بعد معرفة
عرضه وطوله من الازياج بالطريقة المذكورة فى قولهم « (مبحث فى معرفة بعد
الكوكب عن معدل النهار من طوله وعرضه وهما المثلثان فى الازياج وغيرها) انظر
الى طول الكوكب وعرضه فان عدما فلا بعده وان وجد الطول وحده فالميل الاول
له هو بعده وان وجد العرض دون الطول فضع الخيط على السنينى وعلم على جيب
عرض الكوكب ثم انقل الخيط الى تمام الميل الاعظم وانزل من المرى الى القوس
تجد بعده « ومن المعلوم ان عرض الكوكب عبارة عن قوس الدائرة العظمى المارة
بالكوكب وبقطب دائرة البروج المحصورين هذه الدائرة والكوكب المذكور وطوله
عبارة عن قوس دائرة البروج المحصورين الدائرة العظمى السالف ذكرها ومبدأ
الاطوال (أى أول الحمل)

فاذا كان كل من الطول والعرض صفرا يكون الكوكب فى نقطة الاعتدال الربيعي
وحينئذ فلا بعد له واذا وجد للكوكب طول ولم يوجد له عرض فيسببه الاول يكون
عبارة عن بعده واذا وجد له عرض ولم يوجد له طول فلا استخراج بعده كانوا يستعملون
هذا القانون

جيب (البعد) = جيب (تمام الميل الاعظم) \times جيب (عرض الكوكب)

فيضرب

إذا وضعنا هذه القاعدة على هيئة قانون نجد

$$\text{مماس (الميل الثانى)} = \frac{\text{جيب (الميل الاول)}}{\text{تمام جيب (الميل الاعظم)}}$$

وبموجب القاعدة الثانية المذكورة فى المادة (١٦٢) يقسم جيب الميل الاول على جيب تمام الميل الاعظم فيكون الخارج جيبا فيحول الى تمام مماس بمقتضى ما بيناه فى تنبيه المادة (١٥٩) أى بتنصيف الجيب المذكور أو نصف قطر الربع ثم يخرج بالاول من الستينى وبالثانى من الجيب التام فحدث الزاوية التى مماسها يساوى الجيب المقروض

وكيفية استخراج الميل الثانى فى اصطلاح أهل هذا العصر أن يفرض (شكل ٩٤) \angle الميل المذكور وهو عبارة عن ضلع من المثلث الكروى القائم الزاوية \angle (ك د ز) وحيث ان

مماس (الضلع) = مماس (الزاوية المقابلة للوتر) \times جيب (الضلع الآخر)
فجعل الزاوية المقابلة للوتر تساوى الميل الاعظم والضلع الآخر يساوى طول الشمس يكون

مماس (الميل الثانى) = مماس (الميل الاعظم) \times جيب (طول الشمس)
ويمكن وضع هذا القانون على صورة أخرى وهى ان يلاحظ ان

$$\text{مماس (الميل الاعظم)} = \frac{\text{جيب (الميل الاعظم)}}{\text{تمام جيب (الميل الاعظم)}}$$

فأذن

$$\text{مماس (الميل الثانى)} = \frac{\text{جيب (الميل الاعظم)}}{\text{تمام جيب (الميل الاعظم)}} \times \text{جيب (طول الشمس)}$$

وإذا استخرجنا جيب (طول الشمس) من القانون المذكور فى المادة (١٧٠) نجد

$$\text{جيب (طول الشمس)} = \frac{\text{جيب (الميل الاول)}}{\text{جيب (الميل الاعظم)}}$$

فيكون

$$\text{مماس (الميل الثانى)} = \frac{\text{جيب (الميل الاعظم)}}{\text{تمام جيب (الميل الاعظم)}} \times \frac{\text{جيب (الميل الاول)}}{\text{جيب (الميل الاعظم)}}$$

وفي أيامنا هذه يستخرجون الميل الجزئي بواسطة قاعدة من قواعد المثلثات الكروية القائمة الزاوية وهي

$$\text{ضلع} = \text{جيب (الزاوية المقابلة للوتر)} + \text{جيب (الوتر)}$$

وهي عين القانون الذي ذكرناه غير ان ذلك القانون يختص بمثلث مستو وهذه القاعدة تختص بمثلث كروي فاذا فرضنا (شكل ٩٤) ان

$$\text{جيب } d = \text{جيب } c + \text{جيب } k$$

يكون $(d) = \text{ميل الشمس} \text{ و } (c) = \text{الزاوية التي بين دائرة البروج وخط}$

الاستواء $= ٢٨^\circ ٢٣'$ تقريبا أعنى تساوى الميل الاعظم تقريبا و $(k) = \text{طول الشمس أي بعد الشمس عن أقرب الاعتدالين}$

ووجه تسمية الميل الجزئي بالميل الاول ان العرب كانوا يخصون لكل نقطة على دائرة البروج ميلين أحدهما يسمونه الميل الاول والثاني الميل الثاني . أما الميل الاول فهو قوس الدائرة العظمى المارة بأحدى نقط دائرة البروج وقطب العالم المحصور بين تلك النقطة ومعدل النهار . وأما الميل الثاني فهو قوس الدائرة العظمى المارة بأحدى نقط دائرة البروج وقطب هذه الدائرة المحصور بين تلك النقطة ومعدل النهار فيثبت ان الميل الجزئي المتقدم ذكره هو عبارة عن أول هذين القوسين سمته العرب بالميل الاول

وأما القسم الثاني من القاعدة التي نحن بصدددها وهو قوله (زده على تمام العرض الخ) فعناه انه اذا كان ميل الشمس موافقا لعرض البلد بأن كان الاثنان شماليين أو جنوبيين يلزم ضمهما واذا كانا مختلفين يلزم طرح أحدهما من الآخر فتعلم غاية الارتفاع لليوم المقروض وبواسطتها يمكن تعيين العصر الاول والثاني كما ذكر في المادة (١٤٢) وسأني على ذكره أيضا في المادة (١٨٠)

(في استخراج ميل الشمس الثاني)

(١٧١) « (في معرفة الميل الثاني في ظل السنين) ضع على تمام الميل الاعظم وعلم بالمرى على جيب الميل الاول ثم انقل الى السنين تجد ظل السنين المنكوس للميل الثاني فان شئت قوسه فانزل من السنين بنصفه ومن الجيب التام بثلاثين وضع على التقاطع تجد الخيط على قدر الميل الثاني من أول القوس »

ومنها

$$\frac{\overline{د} \overline{ح}}{\overline{ح}} + \overline{ب} = \overline{د} \overline{ز}$$

وحيث ان

$$\overline{د} \overline{ز} = \overline{ب} \overline{د} = \overline{ق} \overline{ن}$$

$$\overline{ب} \overline{هـ} = \overline{ل} \overline{ل}$$

يكون

$$\frac{\overline{د} \overline{ح}}{\overline{ح}} + \overline{ل} \overline{ل} = \overline{ق} \overline{ن}$$

وبقسمة الطرفين على نصف قطر الربع يحدث

$$\frac{\overline{د} \overline{ح}}{\overline{ح}} + \frac{\overline{ل} \overline{ل}}{\overline{ل}} = \frac{\overline{ق} \overline{ن}}{\overline{ن}}$$

أعني ان

جيب (الميل الاول) = جيب (الميل الاعظم) جيب (طول الشمس)

وهو المطلوب ويسمى هذا الميل في اصطلاح المتأخرين بالميل الجزئي ويستفاد من ذلك ان الميل الجزئي لاي يوم يساوى حاصل ضرب جيب الميل الاعظم في جيب طول الشمس وقد بينا في مادة (١٥٩) كيفية ضرب جيب في جيب آخر ولما كان الميل الاعظم كمية ثابتة وطول الشمس كمية متغيرة أمكنهم تسهيل العمل بهذه الكيفية وهي ان ربع الدائرة (هـ هـ) يرسم في أكثر الآلات من العدد المبين لجيب الميل الاعظم أعني من العدد ٢٤ (شكل ٨٢) ويسمى قوس الميل الاعظم فاذا وضع الخيط على درجة الشمس يقطع هذا القوس في نقطة يمر بها جيب مبسوط يلاقى الستيني في نقطة عددها المستوى يدل على جيب الميل الجزئي ثم يقطع محيط الربع في نقطة عددها المستوى يدل على زاوية الميل الاول أى الميل الجزئي المذكور

مثال ذلك — ان الشمس في ٢٠ اغسطس تكون في الدرجة التاسعة من برج السنبلة فبوضع الخيط على هذه الدرجة يرى ان ميل الشمس الجزئي يساوى ثمانى درجات وعشر دقائق شمالية وفي ١٦ تشرين الثاني تكون الشمس في الدرجة السابعة من برج القوس فيكون الميل الجزئي = ٣٠° ٢١ جنوبية

(٣٥) رياض المختار

ان هذه القاعدة تحتوى على قسمين يمكن وضع أولهما على صورة قانون بهذه
الكيفية

جيب (الميل الاول) = $٢٤ \times$ جيب (بعد درجة الشمس الى أقرب الاعتدالين)
فالعدد ٢٤ ناشئ عن كون العمود النازل من الميل الاعظم على نصف القطر المنقسم
الى ستين قسما يربى العدد المستوى الرابع والعشرين فيكون هذا العدد عبارة عن
جيب الميل المذكور وأما بعد درجة الشمس فهو عبارة عن طول الشمس وعلى ذلك
تؤل المعادلة السابقة الى هذه

جيب (الميل الاول) = جيب (الميل الاعظم) \times جيب (طول الشمس)
ولبيان ذلك نفرض زاوية (ل ب ل) مساوية للميل الاعظم (شكل ٩٣) فيكون
جيبها (ب ه) واذا جعلنا نقطة (ب) مركزا ورسمنا القوس (ه ه) فلكون
الميل الاعظم يعادل ثلاثا وعشرين درجة وثمانيا وعشرين دقيقة تقريبا يكون بعد
(ب ه) مساويا لاربعة وعشرين ولنبحث بواسطة التقويمات عن درجة البرج التي
تكون فيها الشمس في اليوم المطلوب لمعرفة طولها فيه ثم نأخذ من نقطة (ك) ثلاثة
أقواس متتالية كل منها يساوى تسعين درجة كما تقدم في مادة (١٤٣) ونفرض أولها
برج الحمل وثانيها برج الثور وثالثها برج الجوزاء ثم نرجع من نقطة (ك) ونفرض
أول قوس برج السرطان وثاني قوس برج الاسد وثالث قوس برج السنبلة ثم نعود
من نقطة (ك) ونأخذ أول قوس لبرج الميزان وثاني قوس لبرج العقرب وثالث
قوس لبرج القوس ثم نرجع من نقطة (ك) ونفرض أول قوس لبرج الجدى وثاني
قوس لبرج الدلو وثالث قوس لبرج الحوت فهذه الطريقة يعلم القوس المقابل للبرج
الذى تكون فيه الشمس ويوضع خيط الربع على درجته التى علمت من التقويمات
وليكن (ب ح) موضعه فأقرب الاعتدالين يكون هو نقطة (ك) وبعد درجة
الشمس الى أقرب الاعتدالين يكون هو الزاوية (ح ب ح)
والخيط (ب ح) يلاقى القوس (ه ه) فى نقطة (د) بحيث يكون جيبها المنكوس
(د د) أو (ب د) عبارة عن ميل الشمس الجزئى فى ذلك اليوم
برهان ذلك — لنا فى المثلثين المتشابهين (د ب د) و (ح ب ح)

$$\frac{د د}{ب د} = \frac{ح ح}{ب ح}$$

ومنها

$$\frac{\text{جيب (ب)}}{\text{تمام جيب (ب)}} = \text{مماس (ب)}$$

$$\frac{\text{تمام جيب (ب)}}{\text{جيب (ب)}} = \text{تمام مماس (ب)}$$

واجراء العمل المطلوب على الجيب وتمام الجيب بالطرق المذكورة في المواد (١٦٤) و (١٦٥) و (١٦٦)

الفصل الرابع

(في تطبيقات على ما تقدم)

(١٦٨) يعلم مما تقدم ان الربع الجيب انما هو آلة تحل بها القوانين المساحية بدون استعمال اللوغاريتمات وقد ذكرنا من تفصيل ذلك في الفصل الثالث ما فيه الكفاية وحيث كان المتقدمون من علماء الاسلام يستعملونه في أكثر الاحيان لتعيين الاوقات الشرعية وأنفوا فيه رسائل عديدة أهم اغراضها بيان كيفية استعماله في تعيين هذه الاوقات فقد جمعنا في هذا الفصل كل ما يتعلق بهذه العمليات وأتينا بأصل نصوص أولئك المؤلفين وشرحناها شرحا واضحا تهيلا للقهم وبياننا للدرجة التي كانت عليها العلوم العربية في ذلك العهد

(في المقدمة والبحث الاول والثاني)

(١٦٩) ان جميع الرسائل التي موضوعها الربع الجيب تبين في مقدماتها أسماء اجزائه ثم تبحث بعد ذلك عن كيفية أخذ الارتفاعات بواسطة ثم عن كيفية استخراج جيب قوس معلوم أو قوس جيب معلوم وحيث اثنا ذكرنا هذه المسائل في المواد (١٥٤) و (١٥٢) و (١٥٥) فلا داعي لذكرها هنا

(في تعيين ميل الشمس الاول وغاية ارتفاعها)

(١٧٠) « لمعرفة الميل الاول وغاية الارتفاع لكل يوم فرض ضع الخيط على الستين وعلم بالمرى على درجة أربع وعشرين من اجزائه المستوية ثم انقل الخيط الى بعد درجة الشمس عن أقرب الاعتدالين اليها من أول القوس ثم انزل من المرى في الجيوب المبسوطة الى القوس تجد من أوله الميل الاول زده على تمام عرض البلد ان كان الميل موافقا وانقصه ان كان مخالفا فما كان فهو الغاية في ذلك اليوم »

المبسوط (هـ ح) فتلاقى التجويب الاول في نقطة (ح) ضع عليها الخيط فيلاقى
القوس في نقطة (د) وتكون الزاوية (د ز) هي الزاوية التي جيبها يساوى
جذر الجيب المفروض لانه ينتج مما سبق ان

$$\text{جيب (هـ هـ)} = \text{جيب (د ز)}$$

ومنها

$$\text{جيب (هـ هـ)} = \text{جيب (د ز)}$$

هذا واذا أخذنا الجذر التربيعي لجيب الزاوية (د ز) نجد الجذر الرابع لجيب
الزاوية (هـ هـ) ثم اذا أخذنا الجذر التربيعي للنتائج نجد الجذر الثامن للزاوية
المفروضة وهلم جرا

ويستفاد من ذلك أنه وان أمكن رفع جيب الى قوة ما بواسطة ربع الدستور لا يمكن
بواسطته الاستخراج الجذور التريعية والرابعة والثامنة والسادسة عشرة وهكذا أى
الجذور التي درجاتها ٢ و ٢ × ٢ و ٢ × ٢ × ٢ و وهكذا

(في ترقية تمام الجيب وتجذيره)

(١٦٦) لترقية تمام الجيب تتبع القواعد التي ذكرت في مادتي (١٦٤) و (١٦٥)
لترقية الجيب غير أنه يلزم أن يعتبر هنا الجيب المنكوس المار بنقطة تقاطع الخيط
بالتجويب الثانى بدل الجيب المبسوط المار بنقطة تقاطع الخيط بالتجويب الاول وكذلك
لتجذير تمام الجيب يلزم اعتبار الجيب المنكوس المار بنقطة تقاطع الخيط بالتجويب
الثانى (١)

(في ترقية المماس وتمام المماس وتجذيرهما)

(١٦٧) اذا كان المماس أقل من خمس وأربعين درجة وتمام المماس أكبر منها يمكن
ترقيتهما وتجذيرهما بواسطة الربع ولكن لا يمكن ذلك اذا زاد المماس عن هذا المقدار
ونقص تمام المماس عنه والافق حينئذ تحوّل كل منهما بمقتضى هذين القانونين

(١) يمكن أيضا اجراء ذلك على التجويب الاول - لنصل (ح و) (شكل ٩٢) فنالعلم ان

$$\text{ح و} = \text{تمام جيب (د ز)}$$

$$\text{ح و} = \text{ح و} \times \text{و و}$$

فبقسمة الطرفين على (و و) يحدث

$$\frac{\text{ح و}}{\text{و و}} = \frac{\text{ح و}}{\text{و و}}$$

أى ان

$$\text{ح و} = \text{تمام جيب (د ز)}$$

وهو المطلوب اه مترجم

وبقسمة الطرفين على نصف قطر الربع يحدث

$$\frac{ح \times د}{ح \times د} = \frac{ح}{ه}$$

ولكن

$$ح = ه$$

$$ح = د = د$$

فبالتعويض يحدث

$$\frac{ح}{ه} = \frac{د}{ه}$$

$$= \text{جيب} (د)$$

أى

$$\text{جيب} (ه) = \text{جيب} (د) \quad (١)$$

(خلاصة العمل)

لتربيع جيب ضع الخيط على الزاوية فيقطع خط التجويب الاول في نقطة اذا خرجت منها الى الستينى تجد العدد المستوى الدال على المربع المطلوب

(نتيجة)

اذا اريد تكعيب جيب (ب) يلاحظ أن

$$\text{جيب}^3 (ب) = \text{جيب}^2 (ب) \times \text{جيب} (ب)$$

فيبحث أولا عن جيب (ب) ثم يضرب في جيب (ب) بالطريقة المذكورة في المادة (١٥٩) وكذلك اذا اريد رفع جيب (ب) الى القوة الرابعة او الخامسة وهكذا يبحث عن جيب (ب) ثم يضرب في جيب (ب) ثم يضرب الحاصل في جيب (ب) وهلم جرا

(في تجذير الجيب)

(١٦٥) اذا اريد تجذير جيب الزاوية (ه) هـ (شكل ٩٢) أى استخراج

جيب (ه) هـ يجرى العمل بعكس ما ذكر . اخرج من الزاوية على الجيب

(١) برهان آخر - لنصل (ح و) فلنا في المثلث القائم الزاوية (ح د و)

$$\text{جيب} (ح) = ح \times ح = ح \times ه = ه \times ه$$

وبقسمة الطرفين على مربع نصف القطر يحدث

$$\frac{ح}{ه} = \frac{ح}{ه}$$

وهو المطلوب اه مترجم

بدون تحويل ولاجل ذلك يلزم أن تجرى جميع العمليات التي حصلت على الستيني والجيب المبسوط على الجيب التمام والجيب المنكوس انما الاوفق لعدم تشويش الذهن هو تحويل الكميتين المذكورتين الى جيبين واجراء العمل كما تقدم واذا وجد في البسط أو في المقام مماس أو تمام مماس يحول تمام المماس الى مماس بهذا القانون

$$\text{مماس (س)} = \text{تمام مماس (٩٠ - س)}$$

ثم يحول المماس الى جيب بالطريقة المذكورة في المادة (١٦١) ثم يجري العمل كما ذكر ولكن من المعلوم انه اذا كانت الزاوية أعظم من خمس وأربعين درجة فلا يمكن تحويل مماسها الى جيب ففي هذه الحالة يكفي تبديل المماس وتمام المماس بمقداريهما

$$\frac{\text{جيب}}{\text{تمام جيب}} \text{ و } \frac{\text{تمام جيب}}{\text{جيب}}$$

ثم يجري العمل كما تقدم وقد فرضنا فيما سبق ان حاصل الجيبين يساوي جيبا فاذا كان مساويا لتمام جيب يفرض انه جيب ثم يحول هذا الجيب الى تمام الجيب بالطريقة المذكورة في المادة (١٥٥) وان كان مساويا لمماس أو تمام مماس يحول ذلك الجيب الى مماس أو الى تمام مماس بالطريقة المذكورة في المادة (١٥٩) (في رفع الجيب الى قوة ما)

(١٦٤) ليكن المطلوب تربييع الكمية جيب (ب) بواسطة ربع الدستور لنفرض (د ب د) شكل (٩٤) الزاوية المراد تربييع جيبها فنضع الخيط (ب د) عليها وهو يقطع خط التجويب الاول في نقطة (ح) ثم نخرج من هذه النقطة الى الستيني نجد النقطة (ح) ويكون بعدد (ح د) هو مربع الجيب المقروض أي ان

$$\text{ب ح د} = \text{جيب (هـ ب هـ)}$$

$$= \text{جيب (د ب د)}$$

(البرهان) - لنا

$$\frac{\text{ح د}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ح د}}{\text{د ب}}$$

$$\frac{\text{د ب}}{\text{د ب}} \times \text{ح د} = \text{ح د}$$

التمام جيب الزاوية التي في المقام واخرج منه على الجيب المنكوس فتلاقى الجيب المبسوط في نقطة وضع عليها الخيط ثم خذ على الجيب التام جيب الزاوية الاخرى التي في البسط واخرج على الجيب المنكوس فتلاقى الخيط في نقطة تخرج منها الى الستيني تجد الجيب المطلوب

(ملحوظ) - اذا كانت الزاويتان اللتان في البسط والمقام عظيمتين فلا يمكن استعمال هذه الطريقة لان الجيب المنكوس الخارج من الجيب التام يعد جيب زاوية المقام لا يلاقى حينئذ الخيط

الطريقة السابعة - المطلوب (شكل ٩٠)

$$\text{جيب}(\overline{د ح}) \times \frac{\text{جيب}(\overline{هـ ن})}{\text{جيب}(\overline{د ز})} = \text{جيب}(\overline{هـ س})$$

ضع الخيط على احدى زاويتي البسط فيلاقى الجيب المبسوط لزاوية المقام في نقطة علمها بالمرى ثم حرك الخيط الى أن يقع المرى على الجيب المبسوط لزاوية البسط الاخرى فيمر الخيط من نقطة (ع) على محيط الربع اذا خرجت منها الى الستيني تجد الجيب المطلوب يعنى أن

$$\frac{\overline{ع ح}}{\overline{ع د}} = \frac{\overline{د ح}}{\overline{هـ د}} \times \frac{\overline{هـ ن}}{\overline{د ز}}$$

$$= \frac{\text{جيب}(\overline{د ح})}{\text{جيب}(\overline{د ز})} \times \text{جيب}(\overline{هـ ن}) = \text{جيب}(\overline{هـ س})$$

فتأمل

وما تقدم يعلم ان أحسن طريقة لقسمة جيب على جيب آخر هي الطريقة الاولى لانه يمكن استعمالها ايا كانت الزوايا المفروضة (١) بخلاف الطرق الاخرى فانه لا يمكن استعمالها الا في بعض الاحوال واذا وجد في البسط أو في المقام مضارب اخرى فباجراء عملية الضرب على انفرادها تحوّل الكميات المفروضة الى جيب مقسوم على جيب آخر ويتم العمل بالطريقة الاولى المذكورة

وأما قسمة الجيب على تمام الجيب وعكسه فحصل بعد تحويل تمام الجيب الى الجيب بمراجعة هذا القانون

$$\text{تمام جيب}(\overline{س}) = \text{جيب}(\overline{٩٠ - س})$$

واذا كان كل من المقسوم والمقسوم عليه تمام جيب يمكن اجراء القسمة مباشرة

(١) بشرط أن تكون زاوية البسط أصغر من زاوية المقام ١ مترجم

(ملحوظ) - اذا كانت زاوية المقام أصغر من زاويتي البسط فانخبط الموضوع عليها
لا يقطع الجيبين المبسوطين الخارجين منهما وحينئذ يتعدى استعمال هذه الطريقة
الطريقة السادسة - المطلوب (شكل ٩١)

$$\text{جيب (ع ع)} \times \frac{\text{جيب (ل ب)}}{\text{جيب (د ه)}} = \text{جيب س}$$

اخرج على الجيب المبسوط (ع ع) لاحدى الزاويتين اللتين في البسط ثم خذ على
الجيب التام بعد (ب د) = (ب د) = جيب الزاوية التي في المقام واخرج من
نقطة (د) على الجيب المنكوس (د ك) فيلاقى الجيب المبسوط المذكور في نقطة
(ك) ثم ضع الخيط على هذه النقطة وخذ على الجيب التام بعد (ب ل) =
(ب ل) = جيب الزاوية الاخرى التي في البسط واخرج على الجيب المنكوس
(ل م) فتلاقى الخيط في نقطة (م) اذا خرجت منها الى السيتينى تجد الجيب
المطلوب

(البرهان) - لنا في المثلثين المتشابهين (م ل ب) و (ل د ب)

$$\frac{\text{م ل}}{\text{ب ل}} = \frac{\text{د ل}}{\text{ب د}}$$

ولكن

$$\begin{aligned} \text{م ل} \times \text{ب د} &= \text{ب ل} \times \text{د ل} \\ \text{ب ل} &= \text{ب ل} \\ \text{ل د} &= \text{ل د} \\ \text{د ه} &= \text{د ه} \end{aligned}$$

فاذن

$$\text{ط م} = \text{ل د} \times \frac{\text{ع ع}}{\text{ه ه}} \times \frac{\text{ل ب}}{\text{د ه}} \times \frac{\text{د ه}}{\text{ع ع}}$$

وبقسمة الطرفين على نصف قطر الربع يحصل

$$\frac{\text{ط م}}{\text{م ب}} = \frac{\text{ل د}}{\text{ب ل}} \times \frac{\text{ع ع}}{\text{ه ه}} \times \frac{\text{ل ب}}{\text{د ه}} \times \frac{\text{د ه}}{\text{ع ع}} : \frac{\text{ه ه}}{\text{د ه}}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

اخرج على الجيب المبسوط لاحدى الزاويتين اللتين في البسط ثم خذ على الجيب

التام

$$\frac{\frac{u}{v}}{\frac{u}{v}} = \frac{u}{v}$$

ومنها

$$\frac{u}{v} \times \frac{v}{u} = u$$

ولنا أيضا

$$\frac{\frac{u}{h}}{\frac{u}{h}} = \frac{u}{h}$$

ومنها

$$\frac{u}{h} \times \frac{h}{u} = u$$

ولكن

$$u = u$$

فاذن

$$\frac{u}{v} \times \frac{v}{u} = \frac{u}{h} \times \frac{h}{u}$$

ولكن

$$u = u$$

$$u = u$$

فيكون

$$\frac{u}{v} \times \frac{v}{u} \times \frac{u}{h} = \frac{u}{h}$$

وبقسمة الطرفين على نصف قطر الربع يحدث

$$\frac{u}{v} \times \frac{v}{u} \times \frac{u}{h} = \frac{u}{h}$$

أو

$$\frac{u}{v} : \frac{u}{h} \times \frac{u}{h} = \frac{u}{h}$$

$$= \frac{\text{جيب}(u/h)}{\text{جيب}(u/v)} = \frac{\text{جيب}(u/h)}{\text{جيب}(u/v)}$$

فثبت المطلوب

(خلاصة العمل)

ضع الخيط على زاوية المقام فيقطع الجيب المبسوط لاحدى الزاويتين الاخرين في نقطة علمها بالمرى وانقل الخيط الى الزاوية الاخرى واخرج من المرى الى السمتينى
تجد الجيب المطلوب

فبالتبديل يحدث

$$\frac{ط ط}{ط ط} \times ط ط = \frac{ط ط}{ط ط} \times ط ط = ط ط \times ط ط$$

وبقسمة الطرفين على نصف قطر الربع يحصل

$$\frac{ط ط}{ط ط} : \frac{ط ط}{ط ط} = \frac{ط ط}{ط ط} \times \frac{ط ط}{ط ط} = \frac{ط ط}{ط ط} \times ط ط$$

$$= \frac{\text{جيب}(ط ط)}{\text{جيب}(ط ط)}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل) - اخرج من الجيب التام بجيب مقام الكسر ومن الستيني بجيب البسط فتحدث نقطة تضع عليها الخيط ثم تخرج من منتصف الجيب التام فتلاقى الخيط في نقطة اذا نزلت منها على الستيني تجد جيب الزاوية المطلوبة (ملحوظ) - اذا كان الفرق بين الزاويتين كبيرا جدا فالجيب المنكوس الخارج من منتصف الجيب التام لا يلاقى الخيط ففي هذه الحالة لا يمكن استعمال هذه الطريقة (الطريقة الخامسة) - ينشأ فيما سبق كيفية استخراج خارج قسمة جيب على آخر فاذا كان خارج القسمة المطلوب مضروباً في جيب مثل (شكل ٩٠)

$$\frac{\text{جيب}(ط ط)}{\text{جيب}(ط ط)} \times \text{جيب}(ط ط) = \text{جيب}(ط ط)$$

يمكن البحث ابتداء عن حاصل ضرب البسط في جيب (ط ط) بالطريقة المذكورة في المادة (١٥٩) ثم تكميل العمل باحدى الطرق التي ذكرناها لقسمة جيب على آخر ولكن يمكن الوصول الى المقصود مباشرة بالطرق الآتية ذكرها

(العمل) - ضع الخيط (ط ط) على زاوية المقام فالجيب المبسوط (ط ط) مثلاً المقابل لاحدى الزاويتين الاخرين يقطعه في نقطة (ط ط) عليها بالمرى وحرك الخيط الى ان يقع على ضلع الزاوية الاخرى (ط ط) فيأخذ المرى الموضع (ط ط) والجيب المبسوط (ط ط) المار بهذه النقطة يقطع الستيني في نقطة (ط ط) عددها المستوى يدل على جيب ط

(البرهان) - حيث ان مثلثي (ط ط ط) و (ط ط ط) متشابهان وكذلك مثلثا (ط ط ط) و (ط ط ط) فلنا

وأخرج على الجيب المنكوس فتلاقى الجيب المبسوط المار بمنتصف الستيني ثم وضع
الخط على نقطة التلاقى وافصل من الجيب التام بعدا يساوى الجيب الذى فى البسط
وأخرج على الجيب المنكوس فتلاقى الخط فى نقطة تنزل منها على الستيني فتجد جيب
خارج القمة

(ملحوظ) - ان الجيب المنكوس الخارج على بعد الجيب الذى فى بسط الكسر
لا يلاقى دائما الخط (ب ك) فاذن لا يمكن استعمال هذه الطريقة لكل زاوية
مفروضة

(الطريقة الرابعة) - المطلوب (شكل ٨٩)

$$\text{جيب (ط ب ط')} = \frac{\text{جيب (ط ب ط')}}{\text{جيب (د ب د')}} = \text{جيب س}$$

(العمل) - خذ على الجيب التام بعد (ب ل) = (ب ل) = جيب (د ب د')
وأخرج على الجيب المنكوس (ل هـ) ثم افصل على الستيني بعد ب هـ = جيب
(ط ب ط') وأخرج على المبسوط (هـ هـ) فتلاقى الجيب المنكوس فى (هـ)
وضع الخط على هذه النقطة وأخرج من منتصف الجيب التام (د) على المنكوس
(د م) حتى تلاقى الخط فى نقطة (م) وانزل منها الى الستيني فتجد نقطة (م)
التي عددها المستوى يساوى جيب (س) المطلوب

(البرهان) - لنا فى المثلثين المتشابهين (هـ ل ب) و (م د ب)

$$\frac{د م}{د ب} = \frac{ل هـ}{ل ب}$$

$$د م = د ب \times \frac{ل هـ}{ل ب}$$

$$د م \times ٢ = د ب \times د \times \frac{ل هـ}{ل ب}$$

ولكن

$$د م = د ع$$

$$د ع \times ٢ = د ب \times \text{نصف قطر الربع مثل ب د}$$

$$ل ب = ل ب = د د$$

$$ل هـ = ط ط'$$

في البسط أى مساويا للبعد (ب د) ثم اخرج من نقطة (ع) على الجيب المنكوس (ع ع) فتلاقى الخيط في نقطة (ع) وانزل منها الى السيتي تجد نقطة (م) التى عددها المستوى يدل على جيب (س) المطلوب (البرهان) - لنا في المثلثين المتشابهين (ع ع ب) و (د ع ب)

$$\frac{ع ع}{ب} = \frac{ع د}{د}$$

$$وع ع = ع ب \times \frac{ع د}{د}$$

ولكن

$$ع ع = م م$$

$$ع ب = ب د = د د$$

$$ع د = د = ب هـ = \frac{1}{2} ب هـ \text{ (أى نصف قطر الربع)}$$

$$د ب = ب = \frac{1}{2} ب هـ = \frac{1}{2} ب هـ \text{ (أى نصف الجيب الذى فى المقام)}$$

فبالتعويض يحدث

$$م م = م م = \left(\frac{ب هـ}{2} \right) \times \left(\frac{ب هـ}{2} \right) \times \frac{د د}{د} = م م$$

وبقسمة الطرفين على (م ب) يحصل

$$\frac{م م}{م ب} \times \frac{د د}{ب م} = \frac{م م}{م ب}$$

ولكن

$$م ب = ب د = د د = ب هـ$$

$$\frac{م م}{ب د} \times \frac{د د}{ب د} = \frac{م م}{ب د}$$

فاذن يكون

$$\frac{د د}{ب د} : \frac{ب د}{ب د} = \frac{جيب (د ب د)}{جيب (ب د ب)}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

خذ على الجيب التام بعدا يساوى نصف الجيب الذى فى مقام الكسر المفروض

وانخرج

$$\frac{ب}{ل} \times ع = د$$

وبقسمة الطرفين على نصف القطر د = ب ح ب يحدث

$$\frac{ب}{ل} \times \frac{ع}{د} = \frac{ب}{د}$$

ولكن

$$ب ح = د ه$$

$$ب ح = د ه$$

فاذن

$$\frac{د ه}{ب ح} = \frac{ب}{ل} : \frac{ب}{د} = \frac{ل}{د} \text{ جيب (د ح م)}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

يوضع الخيط على الزاوية التي في مقام الكسر فيقطع الجيب المبسوط للزاوية التي في البسط في نقطة يوضع عليها المرى ثم ينقل الخيط على الستيني فيقع المرى على عدد مستو هو عبارة عن خارج القسمة

(ملحوظ)

لا تستعمل الطريقة المذكورة الا اذا كانت الزاوية التي في المقام أعظم من الزاوية التي في البسط لانها اذا كانت أصغر منها فالخيط لا يمكن ان يلاقى الجيب المبسوط للزاوية التي في البسط

(الطريقة الثالثة) - ليكن المطلوب (شكل ٨٨)

$$\frac{\text{جيب (د ح م)}}{\text{جيب (ب ح)}} = \frac{\text{جيب م}}{\text{جيب ب}}$$

(العمل) - خذ على الجيب التام بعدد (ب د) مساويا لنصف جيب الزاوية التي في المقام واخرج على الجيب المنكوس (د ح) ثم اخرج من منتصف الستيني (هـ) على الجيب المبسوط (هـ ح) فتلاقى الجيب المنكوس في نقطة (ح) ثم ضع الخيط على هذه النقطة وافصل من الجيب التام بعدد (ب ع) مساويا لجيب الزاوية التي

ومن البديهي أن

$$1 = \frac{ح}{ح}$$

فيكن أن تكتب

$$\frac{ح}{ح} \times \frac{ل}{م} = \frac{ح ل}{ح م}$$

$$\frac{ح}{م} \times \frac{ل}{ح} =$$

$$\frac{ح م}{ح ح} =$$

$$\frac{\text{جيب}(ح ل)}{\text{جيب}(ح م)}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

إذا أردت قسمة جيب زاوية على جيب زاوية آخر فعلم بالمرى على جيب الزاوية الثانية وحرك الخيط الى أن يقع المرى على الجيب المبسوط للزاوية الاولى واخرج من المحيط الى السيتني تجد العدد المستوي الدال على الجيب المساوي لخارج القسمة

(الطريقة الثانية) - ليكن المطلوب (شكل ٨٧)

$$\frac{\text{جيب}(ح م)}{\text{جيب}(ح ل)} = \text{جيب}(س)$$

(العمل) - ضع الخيط (ح ل) على الزاوية التي في المقام فيقطع الجيب المبسوط (ح ح) للزاوية الاخرى في نقطة (ح) وعلم على هذه النقطة بالمرى وانقل الخيط على السيتني فالمرى يرسم القوس (ح ح) ويكون البعد (ح ح) مساويا لجيب (س)

(البرهان) - لنا في المثلثين المتشابهين (ل ح ب) و (ح ح ب)

$$\frac{ح ح}{ل ح} = \frac{ح ح}{ل ح}$$

أو

$$\frac{\text{جيب (ب)} \times \text{جيب (ج)}}{\text{جيب (ب - ج)}}$$

وقد نكلمنا على ضرب الجيبين في المادة (١٥٩) وأما قسمة الجيب على آخر أو على تمام جيب فسندكرها في المادة الآتية هذا. وإذا أريد ضرب تمام المماس في تمام الجيب أو ضرب أحدهما في المماس أو في الجيب يحولان إلى المماس أو الجيب ويهجرى العمل كما ذكر

(في كيفية قسمة الجيب وتمام الجيب والمماس وتمام المماس)

(١٦٣) يوجد جملة طرق لقسمة جيب زاوية على جيب زاوية آخر (الطريقة الأولى) ليكن المطلوب استخراج الزاوية س بواسطة ربع الدستور (شكل ٨٦) من المعادلة

$$\frac{\text{جيب (د ل)}}{\text{جيب (ج م)}} = \text{جيب (س)}$$

(العمل) - ضع الخيط على الستيني وعلم بالمرى على جيب الزاوية التي في المقام أي ضعه في نقطة (ج) مثلاً وبعبارة أخرى ضع الخيط على الزاوية المذكورة وعلم بالمرى على نقطة تقاطعه بخيط التجويب ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على الجيب المبسوط (د ل) للزاوية التي في البسط في نقطة مثل (ج) فتحدث الزاوية (ج ب ح) مساوية لزاوية (س)

(البرهان) - لنا في المثلثين المتشابهين (ج ب ح) و (ج ه ح)

$$\frac{\text{ج ب}}{\text{ج ه}} = \frac{\text{ج ح}}{\text{ج ح}}$$

ولكن

$$\text{ج ه} = \text{ل د}$$

$$\text{ج ب} = \text{ج ح} = \text{م ج}$$

فأذن

$$\frac{\text{ل د}}{\text{م ج}} = \frac{\text{ج ب}}{\text{ج ح}}$$

واقراً على المحيط العدد المستوي فتجد الزاوية التي جيبها يساوى حاصل الضرب
المفروض وان قرأت العدد المعكوس تجد الزاوية التي تمام جيبها يساوى ذلك
الحاصل

واعلم ان هذه العملية تسمى بتحويل المماس الى الجيب ولا يخفى انها لا تصح الا اذا
كانت الزوايا أقل من خمس وأربعين درجة لان الزوايا التي أكبر من هذا المقدار
مماساتها تكون أكبر من قطر الربع

واذا أريد ضرب جملة مماسات يضرب الاول في الثاني بالطريقة التي ذكرناها فيكون
الحاصل مماساً ثم يضرب هذا الحاصل في المماس الثالث ويكون الحاصل مماساً أيضاً
يضرب في المماس الرابع وهلم جرا الى أن يؤل الامر الى ضرب مماسين أحدهما في
الآخر وان وجد في المضارب تمام مماس يحول الى مماس بقاعدة أن تمام مماس
زاوية يساوى مماس تمام تلك الزاوية أى ان تمام مماس $\text{ح} = \text{مماس} (90 - \text{ح})$
(في ضرب تمام المماس في مثله)

(١٦٢) يجرى العمل بالطريقة التي ذكرت فيما يتعلق بالمماس ولكن بدلا من اجرائه
على الجيب التام يجرى على الستيني ولكن الاوفى تحويل تمام المماس الى المماس
وحيث يجرى العمل كما تقدم

(في ضرب المماس أو تمام المماس في الجيب أو تمام الجيب)

ليكن المطلوب ضرب مماس (ب) مثلا في جيب (ح) فلذلك طريقتان الاولى ان يحول
الجيب الى مماس بالطريقة المذكورة في تنبيه المادة (١٥٩) فيؤل الامر الى ضرب
مماسين أحدهما في الآخر أو يحول المماس الى جيب بالطريقة المذكورة في المادة
(١٦١) فيؤل الامر الى ضرب جيبين أحدهما في الآخر ولكن لا يمكن ذلك
الا اذا كانت الزوايا أقل من خمس وأربعين درجة كما تقدم بيانه والطريقة الثانية
أن يلاحظ أن

$$\frac{\text{جيب (ب)}}{\text{تمام جيب (ب)}} = \text{مماس (ب)}$$

فيؤل الامر الى استخراج الكمية

$$\frac{\text{جيب (ب)} \times \text{جيب (ح)}}{\text{تمام جيب (ب)}}$$

ولكن

$$\frac{ع ص}{ص م} = \frac{ه م}{م م}$$

فيكون

$$\frac{ع ص}{ص م} \times \frac{ص م}{ص م} = \frac{ه م}{م م}$$

ومن المعلوم ان

$$\frac{ه م}{م م} = \frac{ه م}{م م} = \text{جيب م ب ك}$$

فاذن

$$\text{مماس ب ك} \times \text{مماس د ك} = \text{جيب م ب ك} = \text{تمام جيب م ب ك}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

إذا أردت ضرب مماسي زاويتين أحدهما في الآخر بواسطة ربع الدستور فضع الخيط على أعظم الزاويتين وخذ على الجيب التام بعدا يساوى مماس الزاوية الصغرى (وهو عبارة عن الجيب المنكوس المحصور بين القامة المفروضة والخيط الموضوع على هذه الزاوية) واخرج على الجيب المنكوس الى أن تلاقى الخيط في نقطة وانزل على الجيب المبسوط المار بهذه النقطة حتى تلاقى الجيب المنكوس الخارج من القامة المفروضة وضع الخيط على نقطة التلاقى واقرأ على الخيط العدد المستوى فهو يدل على الزاوية التي مماسها يساوى حاصل الضرب المفروض وإذا قرأت العدد المعكوس تجد الزاوية التي تمام مماسها يساوى ذلك الحاصل

وإذا أردت أن حاصل ضرب المماسين يكون مساويا لجيب أول تمام جيب فضع الخيط على أعظم الزاويتين واخرج على الجيب المنكوس الذي بعده من المركز يساوى مماس الزاوية الصغرى فتلاقى الخيط في نقطة فانزل على الجيب المبسوط المار بها الى أن تلاقى محيط قوس الدائرة المرسومة بنصف قطر يساوى القامة المفروضة ثم انقل الخيط الى نقطة هذا التلاقى (ولاجل ذلك يوضع الخيط على الجيب التام والمرى على العدد ١٢ ثم يحرك الخيط على الجهة اليسرى حتى يلاقى الجيب المبسوط المذكور)

$$\frac{لَ ل}{صَ ص} = \frac{لَ ل}{صَ ص}$$

ومنه

$$لَ ل = لَ ل \times \frac{صَ ص}{صَ ص}$$

ومن حيث ان

$$لَ ل = ط ط = لَ ل$$

$$لَ ل = لَ ل$$

فيكون

$$لَ ل = لَ ل \times \frac{صَ ص}{صَ ص}$$

$$\frac{1}{صَ ص}$$

وبضرب الطرفين في

$$\frac{لَ ل}{صَ ص} = \frac{لَ ل}{صَ ص} \times \frac{صَ ص}{صَ ص}$$

أعني أن

$$\text{مماس (ق ب ك) مماس (د ب ك) = مماس (ح ب ك)}$$

وهو المطلوب

واذا أردت بيان الحاصل المذكور بتمام المماس فأجر العمليات المذكورة على الضلع (ك ب) فتجد ان ذلك الحاصل يساوي تمام مماس الزاوية (ح ب ك) وإذا أردت بيانه بجيب زاوية أعني ان يكون

$$\text{مماس (ق ب ك) } \times \text{مماس (د ب ك) = جيب س}$$

فارسم القوس (ص ص) من المركز (ب) وبالبعد (ب ص) المساوي للقامة المفروضة فيلاق خط (لَ ح) في نقطة (م) ثم صل هذه النقطة بالنقطة (ب) ومد الخط (ب م) فتحدد زاوية (م ب ك) تساوي س وان أردت تمام الجيب فخذ الزاوية (م ب ك) برهان ذلك اتنا قلنا ان

$$\frac{لَ ص}{صَ ص} \times \frac{صَ ص}{صَ ص} = \frac{لَ ص}{صَ ص}$$

ولكن

هذا العدد وأخرج من السيتي والجيب التام جيبين فهما يتلاقيان في نقطة ثم ضع الخيط على هذه النقطة فيقطع محيط الربع على قوس يساوى الزاوية المطلوبة أى التى مماسها (ب ك) مثلا شكل (٨٤) يعادل الجيب المفروض (ع ب)

(فى كيفية ضرب تمام الجيوب بعضها فى بعض)

(١٦٠) لضرب تمام جيب زاوية فى تمام جيب زاوية آخر ضع الخيط على قوس احدى الزاويتين واجعل المرى على تمام جيبها ثم انقل الخيط على قوس الزاوية الاخرى فيقع المرى على جيب منكوس يلاقى الجيب التام فى نقطة عددها المستوى هو حاصل الضرب المطلوب

وان شئت فلاحظ أن تمام جيب زاوية يعادل جيب تمامها فبناء على ذلك حول تمام الجيبين المفروضين الى جيبين وأجر العمل كما تقدم فى ضرب الجيوب

(فى ضرب المماسات بعضها فى بعض وكيفية استخراج زاوية الحاصل)

(١٦١) اذا أردت ضرب مماس الزاوية (ب ك) مثلا شكل (٨٥) فى مماس زاوية أخرى (د ك) أعنى

$$\text{مماس (ب ك)} \times \text{مماس (د ك)} = \text{مماس س}$$

فأجر العمل هكذا

ضع الخيط (ب د) على أعظم القوسين فيلاقى فى (س) الجيب المنكوس (ص س) الخارج من نقطة (ص) التى على عدد القامة المفروضة ١٢ فالجيب المنكوس المذكور هو مماس الزاوية المفروضة ويقطع الخط (ب د) فى نقطة (س)

ليكن (ط) العدد المستوى للجيب المبسوط (س ط) نخذ على الجيب التام بعد ب ل = ب ط وأخرج الجيب المنكوس (ل ل) وهو يقطع الخيط فى نقطة (ل) وليكن (ل ع) الجيب المبسوط المار بهذه النقطة فيلاقى مماس الزاوية المذكورة (ص س)

فى (ع) ويكون البعد (ص ع) هو حاصل الضرب المطلوب أى مماس س واذا أردت تعيين الزاوية س فارسم (ب ع) ومدّه الى نقطة (ع) نجد الزاوية المذكورة وهى (ع ب ك) وان أردت مماسها بالنسبة الى القامة المفروضة التى طولها ستون فهو خط (ع ك)

وبرهان ذلك أنه فى المثلثين المتشابهين (س ص ب) و (ل ل ب) لنا

هذا وان أردت دلالة حاصل ضرب جيبين على مماس زاوية أو تمام مماس زاوية فلاحظ
 أن طول المماس بالنسبة الى قامة مساوية لسنتين هو (ب ع) فعلى ذلك خذ خمس
 هذا الخط على الستينى ولنقرضه ميئنا بالعدد المستوى الذى عند النقطة (ع) ثم أخرج
 من هذه النقطة الجيب المبسوط (ع ح) فهو يلاقى الجيب المنكوس الخارج من نقطة
 (ع) التى عددها ١٢ على الجيب التام أى على خمسة وتكن (ع) نقطة هذا التلاقى
 ثم ضع الخيط على هذه النقطة فى (ب ب) وهو يقطع محيط الربع على زاوية (ب ب ك)
 فعددها المستوى يدل على زاوية المماس وعددها المعكوس يدل على الزاوية (ب ب ك)
 المقابلة لتمام المماس
 برهان ذلك قلنا ان

$$\frac{م ع}{ب ع} = \frac{١٢}{٥} \times \frac{١٢}{٥}$$

ولكن

$$\begin{aligned} م ع &= ب ع = ٥ \times ب ع \\ ٥ \times ب ع &= ب ك \\ ب ك &= ب ع \end{aligned}$$

فاذن

$$\frac{ب ك}{ب ع} = \frac{١٢}{٥} \times \frac{١٢}{٥}$$

ومنها

$$\text{جيب ب ك} \times \text{جيب ب ع} = \text{مماس ب ب ك}$$

وهو المطلوب

(تبيينه)

العملية الاخيرة يقال لها تحويل الجيب الى المماس ويتناه على ما تقدم اذا أردت تحويل
 جيب زاوية الى مماس زاوية أخرى وبعبارة ثالثة متى علمت جيب زاوية وأردت
 معرفة الزاوية التى مماسها يساوى هذا الجيب فأفضل من الستينى طولاً يعادل
 الجيب المذكور واقسمه على عدد معلوم كخمسة مثلاً واقسم الجيب التام على نفس

هذا

(خلاصة العمل)

متى أردت ضرب جيب زاوية في جيب زاوية أخرى ضع الخيط على قوس إحدى الزاويتين وضع المرى على جيبها ثم انقل الخيط على قوس الزاوية الأخرى فيقع المرى على جيب مبسوط يلاقى السنين في نقطة عددها المستوى هو حاصل الضرب المطلوب وان أردت دلالة هذا الحاصل على جيب زاوية أى أن يكون

$$\text{جيب } \beta \times \text{جيب } \gamma = \text{جيب } \delta$$

فتعلم الزاوية δ من العدد المستوى المبين على محيط الربع بالجيب المبسوط المار تحت المرى وان أردت دلالة على تمام جيب زاوية أى أن يكون

$$\text{جيب } \beta \times \text{جيب } \gamma = \text{تمام جيب } \delta$$

فتعلم الزاوية δ من العدد المعكوس المبين على محيط الربع بالجيب المبسوط المتقدم ذكره

وان أردت ضرب جيب زاوية في تمام جيب زاوية أخرى فضع الخيط على قوس الزاوية الأولى واجعل المرى على جيبها ثم انقل الخيط على قوس الزاوية فيقع المرى على جيب منكوس وهو يلاقى الجيب التام في نقطة عددها المستوى هو حاصل الضرب المطلوب وان أردت دلالة هذا الحاصل على جيب زاوية فتعلم هذه الزاوية من العدد المعكوس المبين على محيط الربع بالجيب المنكوس الذى تحت المرى وان أردت دلالة على تمام جيب زاوية فتعلم هذه الزاوية من العدد المستوى المبين على المحيط بالجيب المنكوس المذكور ويمكن أيضا إجراء عملية الضرب هذه بطريقة أخرى وهو أن يلاحظ ان تمام جيب أى زاوية يساوى جيب تمامها أعنى أن تمام جيب $h = \text{جيب } (90 - h)$ فيكنى اذن تحويل تمام الجيب المفروض الى جيب ويجرى العمل بضرب جيب في جيب آخر كما تقدم مثاله وان أردت ضرب جملة جيوب بعضها في بعض فاضرب الاول في الثانى ثم اجعل الحاصل جيبا واضربه في الثالث وهلم جرا فان فرضت

$$\text{جيب } \beta \times \text{جيب } \gamma \times \text{جيب } \delta$$

فاضرب جيب β في جيب γ ثم جيب الحاصل في جيب h فما كان فهو الحاصل المطلوب

$$\frac{ح د}{ه ه} = \frac{ح د}{ه ه}$$

ومنها

$$\frac{ح د \times ه ه}{ه ه} = \frac{ح د}{ه ه}$$

ولكن

$$ه ه = ل ل = ح ح$$

$$ع ع = ه ه = م م$$

و

فتؤول المعادلة الثانية الى

$$ع م = د د \times \frac{ح ح}{ه ه}$$

وبقسمة الطرفين على د د

$$\frac{ع م}{د د} = \frac{د د}{ه ه} \times \frac{ح ح}{ه ه}$$

ولكن

$$د د = ح ح = ه ه$$

فيكون

$$\frac{ع م}{ه ه} = \frac{د د}{ه ه} \times \frac{ح ح}{ه ه}$$

ولكن

$$\frac{ع م}{ه ه} = \frac{ح ح}{ه ه} \times \frac{ح ح}{ه ه}$$

$$\frac{ع م}{ه ه} = \frac{د د}{ه ه} \times \frac{د د}{ه ه}$$

و

$$\frac{ع م}{ه ه} = \frac{ع م}{ه ه} \times \frac{ع م}{ه ه}$$

و

فاذن يكون

$$\text{جيب (د ح)} \times \text{جيب (ح ح)} = \text{جيب (ع م)}$$

وهو المطلوب

(خلاصة)

وإذا أريد معرفة الزاوية المقابلة لـ s معلوم يبحث عن قيمته على الجيب التام ويخرج منه على الجيب المنكوس فهو يلاقى محيط الربع على درجة الزاوية المطلوبة وإذا زاد s عن الستين تعتبر الزيادة جيباً ويبحث عن زاويته وتضم إلى تسعين درجة فالمجموع هو الزاوية المطلوبة

الفصل الثالث

(في كيفية اجراء العمليات الحسابية الاربع على جيوب الزوايا وترفيدها وتجزئتها)

(في جمع وطرح الجيوب وتعلمها والمماسات وتعلمها والاسهم)

(١٥٨) لما كانت الجيوب وتعلم الجيوب والمماسات وتعلم المماسات والاسهم عبارة عن كسور أمكن اجراء العمليات عليها كما تجرى على الكسور فان كان المقام فيها مساوياً لستين يكون جمعها أو طرحها على حسب قاعدة جمع أو طرح الكسور المتعددة المقام وان كان المقام في بعضها يساوى ستين وفي البعض الآخر يساوى اثني عشر يضرب هذا المقام في ٥ لعله ستين ويجرى العمل كما ذكر

(في كيفية استعمال ربع الدستور لضرب جيب في جيب آخر واستخراج الزاوية المقابلة لحاصل الضرب)

(١٥٩) ليكن المطلوب ضرب جيب الزاوية (ن ب ك) شكل (٨٤) في جيب الزاوية (د ب ك) أعني

جيب (ن ب ك) \times جيب (د ب ك)

فلأجل ذلك نضع الخيط (ن ب) على قوس إحدى الزاويتين (ن ب ك) مثلاً ونعلم بالمرى النقطة (ل) التي هي نقطة تقاطع الخيط بالتجويب الاول (ويمكن أيضاً وضع الخيط على الستين وتعيين النقطة (ل) التي هي جيب النقطة (ن) ثم نضع الخيط على قوس الزاوية الأخرى (د ب ك) في (د ب) فيجىء المرى في النقطة (هـ) التي على الجيب المبسوط (ع ع) فالمقدار (ب ع) لهذا الجيب أى العدد الذي في (ع) يكون هو حاصل الضرب المطلوب أى أن

جيب (د ب ح) \times جيب (ن ب ق) = جيب (ع ب م)

برهان ذلك أنه في المثلثين المتشابهين (د ب ح) و (ع هـ ب) لنا

بالعدد ١٢ فنلاقى الجيب الاول في نقطة نضع عليها الخيط وهو بقطع محيط الربع على عدد درجات الزاوية المطلوبة وكذلك اذا كان تمام المماس معلوما فنخرج من الجيب التام من قيمة القائمة ان كانت ١٢ أو من خمسها ان كانت ٦٠ ثم نخرج من الستين بالعدد

١٢ ونضع الخيط على نقطة التلاقى فيقطع المحيط على درجة الزاوية المطلوبة

وعند استخراج المماس وتمام المماس للزاوية القريبة من التسعين درجة أو من الصفر يلاحظ أن الخط الخارج من القائمة المفروضة ١٢ لا يقطع الخيط داخل الربع ففي هذه الحالة يلزم اخراج خط من نصف القائمة أو من ثلثها أو من ربعها حتى يلاقى الخيط داخل الربع ثم يضرب الناتج في ٢ أو ٣ أو ٤ وكذلك اذا علم المماس وتمام المماس لزاوية من هذا القبيل واريدها معرفتها يكفى الاجراء بعكس ما ذكر واذا كانت الزاوية المطلوب معرفتها أعظم من تسعين درجة يلاحظ أن

مماسها = تمام مماس (تمامها)

أو = — مماس (تمامها)

فيجربى العمل بموجب هذين القانونين كما تقدم فيما يتعلق بالجيب وتمام الجيب (في معرفة السهم لقوس أو القوس لسهم)

(١٥٧) من المعلوم ان سهم قوس ما هو عبارة عن البعد بين أحد طرفيه وموقع العمود النازل على نصف القطر المار بالطرف المذكور من الطرف الآخر فيساوى اذن نصف القطر ناقصا تمام جيب القوس المفروض

ليكن (ح م) ذلك القوس شكل (٨٢) و (م ط) العمود النازل من نقطة (م) على نصف القطر (ب ح) فالبعد (ح ط) يكون هو السهم المطلوب وتعلم قيمته من العدد الذى على نقطة تلاقى الجيب المنكوس المار بنقطة (م) والجيب التام واذا كانت الزاوية المطلوب سهمها تزيد عن تسعين درجة فحيث ان سهم التسعين يساوى ستين وسهم الفرق بين تلك الزاوية والتسعين درجة يساوى جيبها فيلزم استخراج هذا الجيب و اضافته الى الستين فيكون المجموع هو سهم الزاوية المفروضة

وينتج من ذلك ان النهاية العظمى للسهم بالنسبة الى شكل ربع الدستور هي مائة وعشرون وهو سهم الزاوية التى قيمتها مائة وثمانون درجة وحيث ان سهم كل زاوية أعظم أو أقل من الزاوية المذكورة هو أقل من مائة وعشرين فأية زاوية فرضتها يمكن استخراج سهمها من ربع الدستور

واذا

تقاطع الخيط بالجيب المبسوط الخارج من العدد ١٢ الذى على الستينى وتكن (ص) فالجيب المنكوس المار بهذه النقطة يلاقى الجيب التام فى عدد هو قيمة تمام المماس المطلوب لان

$$\frac{ب ص}{ص س} = \text{تمام مماس (ح ب م)}$$

ومنها

$$ب ص = ص س \times \text{تمام مماس (ح ب م)}$$

ومن حيث ان

$$ص س = ١٢$$

فيكون

$$ب ص = ١٢ \times \text{تمام مماس (ح ب م)}$$

ونجد بهذه الطريقة أن ب ص = ٢٩ بفرض ان القائمة تساوى ١٢

والحاصل ان لمعرفة مماس زاوية معلومة تضع الخيط على قدر قوسها من أول قوس الارتفاع وتنزل من جيب التمام على الجيب المنكوس المار برقم وحدات القائمة المفروضة فتلاقى الخيط فى نقطة تخرج منها على الجيب المبسوط فيلاقى الستينى فى عدد المماس المطلوب ولمعرفة تمام مماسها تنزل من الستينى على الجيب المبسوط المار بعدد وحدات القائمة المفروضة فتلاقى الخيط فى نقطة تخرج منها على الجيب المنكوس فيلاقى الجيب التام فى عدد تمام المماس المطلوب

واذا ضربنا المماس وتمام المماس المستخرجين بهذه الكيفية فى ٥ نجد قيمتهما بالنسبة الى قائمة تساوى ٦٠ لانا اذا ضربنا ارتفاع المثلث فى ٥ يلزم أن نضرب قاعدته المفروضة انها ١٢ فى ٥ أيضا فقيمة المماس تكون حينئذ النسبة التى بين الخط المماس لمحيط الربع المرسوم من آخر الجيب التام وبين هذا الجيب التام الذى صارت قيمته ٦٠ وقس عليه تمام المماس

وسنفرض هذه القائمة المنقسمة الى ٦٠ فى جمع المسائل الاسمية المختصة بضم المماس وتمام المماس الى الجيب وتمام الجيب أو بطرح بعضها من بعض هذا واذا كان المماس معلوما وارىد معرفة زاويته فنخرج من الستينى بالجيب المار بقيمة المماس المفروض ان كانت القائمة ١٢ أو بنحس قيمته ان كانت القائمة ٦٠ ثم نخرج من الجيب التام

الستيني ونخرج منه على الجيب المبسوط فنلاقى على محيط الربع عدد درجات الزاوية المطلوبة وكذلك نبحث عن العدد ٥٥ على الجيب التام ونخرج منه على الجيب المنكوس فنلاقى على محيط الربع عدد درجات الزاوية المطلوبة وإذا كان في الأعداد المفروضة كسور نبحث عنها بوجه التقريب

(في كيفية إيجاد مماس زاوية مفروضة وتمام مماسها وبالعكس)
 (١٥٦) قد بينا في المادة (١٤١) انه لابد في استخراج المماس وتمام المماس بواسطة الآلات الرصدية من فرض قامة لها وكان الاقدمون يقدرونها بالاصابع أو بالأقدام أو بأجزاءهما فكانوا يقسمونها الى ١٢ أو ٦ أو ثلث أو الى ٦٠ قسمًا متساوية وأيا كانت الطريقة المتبعة في ذلك فانه اذا أريد تحويل المماس أو تمام المماس الى مقاديرهما المستعملة الآن في الجداول يلزم ان يلاحظ ان القامة المفروضة في الجداول تساوى واحدا فتكون الأعداد المبينة في الجداول أصغر من الأعداد المستخرجة بالآلات بقدر ما في قامتها من الوحدات اذا علمت ذلك فسنفرض هنا ان القامة مساوية لاثني عشر كما كان يفرضها علماء العرب ونبحث بهذا الفرض عن مماس أى زاوية وتمام مماسها

فاذا أردنا معرفة مماس الزاوية (ح ب م) مثلا شكل (٨٢) نضع الخيط (ب ع) على عدد درجاتها المرقوم على محيط الربع ونبحث عن نقطة تقاطع الخيط بالجيب المنكوس الخارج من العدد ١٢ الذي على الجيب التام ولتكن (س) هذه النقطة فالجيب المبسوط المار بهذه النقطة يقطع الستيني في عدد هو قيمة الظل المطلوب .

$$\text{برهان ذلك} \quad \frac{\text{ص س}}{\text{ص ب}} = \text{مماس (ح ب م)}$$

ومنها

$$\text{ص س} = \text{ص ب} \times \text{مماس (ح ب م)}$$

وحيث ان

$$\text{ص ب} = ١٢$$

يكون

$$\text{ص س} = ١٢ \times \text{مماس (ح ب م)}$$

ولكن ص س = ب س = ٢ ، ٥ تقريبا فهذا العدد هو قيمة الظل بفرض ان القامة تساوى ١٢ واذا أردنا معرفة تمام مماس الزاوية المفروضة نبحث عن نقطة

واذا زادت الزاوية المفروضة عن تسعين درجة يلاحظ ان جيب أى زاوية يعادل تمام جيب تمامها أعنى تمام جيب الزاوية التى يلزم اضافتها اليها ليحصل تسعون درجة ويعادل أيضا جيب متممها أى جيب الزاوية التى يلزم اضافتها اليها ليحصل مائة وثمانون درجة وان تمام جيبها يعادل جيب تمامها ويعادل أيضا تمام جيب متممها بعلامة الناقص وبعبارة أخرى اذا رمزنا للزاوية المفروضة بالحرف (ن) لنا

$$\text{جيب } ن = \text{تمام جيب } (٩٠ - ن) = \text{جيب } (١٨٠ - ن)$$

$$\text{وتمام جيب } ن = \text{جيب } (٩٠ - ن) = - \text{تمام جيب } (١٨٠ - ن)$$

وعلى ذلك متى كانت الزاوية زائدة عن تسعين درجة تطرح من المائة والثمانين ويبحث عن جيبها وتمام جيبها بمقتضى هذين القانونين

(فائدة)

اذا رسمنا على السيتيفى نصف الدائرة (ب ك) شكل (٨٢) و (٨٣) فالبعد (ب ح) الذى بين المركز (ب) ونقطة تقاطع الخيط بنصف الدائرة المذكورة يكون مساويا للخيط (ب م) الذى هو جيب القوس المنتهى فى (م)

برهان ذلك ان المثلثين (م ب) و (ب ح د) القائمى الزاوية شكل (٨٣) متساويان لان الزاوية (ب) مشتركة بينهما وزاوية (ح) التى رأسها على نصف الدائرة تساوى القائمة (م) فتكون (م) مساوية للزاوية (د) والوتر (ب م) يساوى الوتر (ب د) لانهما نصفان قطر من الربع المفروض فالضلع (ب م) يساوى اذن الضلع (ب ح) وهو المطلوب

والحاصل انه مهما كانت الزاوية المبينة بالخيط فنصف الدائرة المرسومة على السيتيفى يفصل منه جزءا مساويا لجيب تلك الزاوية ولذلك يسمى نصف الدائرة المذكور بالتجويب الاول وكذلك اذا رسمنا نصف دائرة على الجيب التام فحيطها ينصل من الخيط جزءا مساويا لتمام جيب الزاوية المبينة بالخيط المذكور ولذلك يسمى نصف الدائرة ههنا بالتجويب الثانى وفى استعمال هذين التجويبين أهمية عظيمة كما لا يخفى

هذا واذا عكسنا المسئلة أى فرضنا الزاوية مجهولة وجيبها أو تمام جيبها معلومين بأن يكون الاول مساويا لثلاث وعشرين والثانى لخمس وخمسين مثلا نبحث عن العدد ٢٣ على

(م م) مجد في (م) العدد المستوي المقابل لطول الجيب المطلوب (ب م) وان دخلت من (م) على جيب التمام بالجيب المنكوس (م ط) تجد في (ط) العدد المستوي المقابل لطول تمام الجيب المطلوب (ب ط)
وللبرهنة على ذلك نقول حيث ان الزاوية المفروضة هي (ح ب م) فلنا في المثلث (م ط ب) القائم الزاوية

$$\frac{\text{ط م}}{\text{م ب}} = \text{جيب (الزاوية المفروضة)}$$

$$\frac{\text{ط ب}}{\text{م ب}} = \text{تمام جيب (الزاوية المفروضة)}$$

ومنها

$$\text{ط م} = \text{م ب} \times \text{جيب (الزاوية المفروضة)}$$

$$\text{ط ب} = \text{م ب} \times \text{تمام جيب (الزاوية المفروضة)}$$

ومن حيث ان

$$\text{ط م} = \text{م ب} \quad \text{و} \quad \text{م ب} = \text{س ب} = ٦٠$$

تؤول المعادلتان الاخيرتان الى

$$\text{ب م} = ٦٠ \times \text{جيب (الزاوية المفروضة)}$$

$$\text{ط ب} = ٦٠ \times \text{تمام جيب (الزاوية المفروضة)}$$

وهو المطلوب اثباته

وبناء على ذلك اذا قسم الجيب وتمام الجيب المعينان بهذه الكيفية على العدد ٦٠ يخرج الجيب وتمام الجيب المستعملان اليوم في الجداول للزاوية المفروضة لان هذه الجداول محسوبة بفرض ان نصف القطر يساوى واحدا وأما نصف قطر الآلة فيساوى ٦٠ ولذلك تكون الكميات المستخرجة بواسطة الربع أكبر من الكميات المستخرجة من تلك الجداول بستين مرة

والحاصل ان جيب الزاوية (ح ب م) هو العدد المبين على السنتين بالنقطة (م) التي هي موقع العمود (م م) النازل عليه من نقطة (م) وتمام جيبها هو العدد المبين على جيب التمام بالنقطة (ط) التي هي موقع العمود (م ط) النازل عليه من نقطة (م) فبقراءة الاعداد نجد

$$\text{جيب (القوس ح م)} = \text{ب م} = ٢٣$$

$$\text{تمام جيب (القوس ح م)} = \text{ط ب} = ٥٥$$

وإذا

حينئذ بالاعداد المعكوسة ثم يكتب كذلك على (ب ح) و (ب د) أى على الستينى وعلى خط جيب التمام أعدادها بتلك الكيفية أى مستوية ومعكوسة فالاعداد المكتوبة من (ب) الى (ح و د) تسمى بالاعداد المستوية والاعداد المكتوبة من (ح و د) الى (ب) تسمى بالاعداد المعكوسة وسيرد عليك فيما يأتى استعمال هذين

اللفظين كثيرا فتحقق من معناهما الآن حتى لا يكون للالتباس امكان

ونصف الدائرة (و ك) المرسومة على الستينى (ب د) يسمى بالتجويب الاول ونصف الدائرة (و ك) المرسومة على جيب التمام (ب ح) يسمى بالتجويب الثانى وربع المحيط (ه ه) يسمى بالميل الاعظم وستعرف وجه هذه التسمية فى فائدة المادة الآتية وفى المادة (١٧٠) والخط المسمى (ح ل ل) يسمى بخط العصر الاول وسنبين كيفية رسمه فى المادة (١٨٠)

والخط (ب ع) هو خط يمر بالمركز (ب) ومعلق فى طرفه الشاقول (ع) ويلف على الخيط قطعة صغيرة من خيط ذى لون آخر كما ترى فى (س) يمكن تحريكها على (ب ع) لبيان النقطة المطلوبة

(ملحوظ)

بدلا من تقسيم نصف القطرين (ب ح) و (ب د) الى ستين قسما أقساما متساوية يمكن تقسيمهما الى تسعين قسما كذلك فى هذه الحالة يسمى الضلع (ب د) بالتسعينى وبدلا من اجراء التقسيمات بهذه الكيفية يمكن من كل درجة من درجات ربع المحيط انزال عمود على كل من نصفى القطرين المذكورين وبذلك يعلم جيب كل درجة وتنام جيبها ولكن يحدث من ذلك صعوبة فى العمل وهى ان الاعمدة النازلة على جيب التمام من نقط الربع القريبة من أول القوس يتقارب بعضها من بعض جدا وكذلك الاعمدة النازلة على الستينى من النقط القريبة من منتهى القوس فلهذا أبقينا الآلة على ما كانت عليه قديما ورسمناها بتقسيم كل من الضلعين (ب ح) و (ب د) الى ستين قسما أقساما متساوية

(فى كيفية ايجاد جيب زاوية مفروضة وتنام جيبها وبالعكس)

(١٥٥) عدد من أول القوس (ح) بقدر درجات الزاوية المطلوب جيبها ولنفرضها مساوية للقوس (ح م) ثم ادخل من نهاية (م) على الستينى بالجيب المبسوط

رسمها وثانيا عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة والترفيغ والتجذير التي يمكن
اجراؤها على جيوب الزوايا وتعامها ومماساتها وتعامها وأسهمها وتعامها وثالثا كيفية
تطبيق القوانين الحديثة على المسائل التي كانت تحلها علماء العرب بالجل القولية
كالمسائل المتعلقة بالاوقات الشرعية

(الفصل الثاني)

(في كيفية رسم ربع الدستور وبيان أسماء خطوطه)

(١٥٤) تؤخذ لوحة من معدن أو من خشب مستوية السطح سمكها سنتيمتر ونصف
أوسنتيمتران ويرسم عليها الخطان العموديان (ب ح) و (ب د) شكل (٨٢) وتقرض
نقطة (ب) مركزا ويرسم منها ربع الدائرة (ح د) المسمى قوس الارتفاع أو الربع
أوربع المحيط

ثم يقسم نصفي القطرين (ب ح) و (ب د) الى ستين قسما أقساما متساوية ويرفع
من كل قسم عمود ينتهي الى ربع المحيط فهذه الاعمدة تبين جيوب الزوايا وتعامها
وحينئذ يسمى نصف القطر (ب د) (الذي في جهة اليسار) بالسيتني والخطوط
العمودية عليه تدل على الجيوب المبسوطة ويسمى نصف القطر (ب ح) (الذي في
الجهة اليمين التي فيها الهدفتان) الجيب التام أو جيب التمام والخطوط العمودية عليه
أي الموازية للسيتني تدل على الجيوب المنكوسة

وحيث ان الجيوب المبسوطة موازية لخط جيب التمام فطول كل منها يقرأ على الخط
المذكور وكذلك حيث ان الجيوب المنكوسة موازية للسيتني فطول كل منها يقرأ
عليه

وبعبارة أخرى الأرقام التي على خط جيب التمام تدل على أطوال الجيوب المبسوطة
الموازية له والأرقام التي على السيتني تدل على أطوال الجيوب المنكوسة الموازية له
وعلى ذلك فالجيوب المبسوطة للزوايا تكون عبارة عن تمام جيوبها وحيوبها
المنكوسة تكون عبارة عن جيوبها والنقطة (ح) تسمى أول القوس والنقطة (د)
انتهاء القوس ويقسم الربع الى درجات وان أمكن فالى انصاف درجات أو ارباع
درجات وتكتب أعدادها من خمس درجات الى خمس درجات من (ح) الى (د) اما
بالأرقام واما بحروف الجمل وتسمى بالأعداد المستوية ومن (د) الى (ح) وتسمى

وقد افرد لهذه الآلة كثير من الرسائل العربية والفارسية وقد ترجم بعضها الى التركية أحد أهل كدوس وطبعها فن أراد الاطلاع على ما تركاه من المسائل فعليه (بترجة الكدوسي) المذكورة وهي بهذا الاسم مشهورة

(القسم الثاني)

(في جيب الزوايا وحل المسائل)

(الفصل الاول)

(في بيان الربع المجيب)

(١٥٣) الربع المجيب ويقال له ربع الدستور هو عبارة عن الرسوم التي تراها في الشكل (٨٢) على الوجه الثاني من ربع المقنطرات وقد عرفت فيما تقدم انه يرسم على أحد ارباع الاسطرلاب وهو مخترع في خوارزم ولكن لا يعلم وقت اختراعه ويظهر أن علماء الاسلام من أهل الرصد كانوا يستعملونه قديما لتعيين الاوقات الشرعية كأوقات الصلاة وما يتعلق بها كتعيين عروض البلدان ثم استعملوه فيما بعد لحل المسائل التي تحل الآن بواسطة الجداول اللوغاريتمية ومن العجب أن الاولين اخترعوا هذه الآلة بمجرد العلوم القديمة أي قبل اختراع الهندسة الوصفية والاشارات الجبرية التي بواسطتها تسهل البراهين والمباحث المتعلقة بها وقد اطاعت على نحو عشرة من الكتب والرسائل المختصة بهذه الآلة فلم أجد فيها سوى أسماء الخطوط وكيفية العمل بها وجميع المسائل المذكورة في تلك الكتب محلولة كلها بجمل قولية لاشارات جبرية ولذلك يصعب على القارئ فهمها من أول وهلة مع أنها عبارة عن قوانين من علم الهيئة ومن حساب المثلثات متولدة من الارتباطات التي بين اضلاع مثلثات مستوية مفروضة داخل كرة وزواياها كما سنبين ذلك في الفصل الرابع ولم نجد ما يدل على حل المثلثات الكروية التي يمكن فرضها على سطح الكرة والحاصل ان الربع المجيب آلة ذات شأن اخترعت بواسطة الهندسة الاقليدية فقط ويمكن بواسطتها حل جميع المسائل المتعلقة بالمجيب وتمام المجيب والمماس وتمام المماس والسهم وتمام السهم بدون ان ينشأ عن ذلك خطأ ما واذا نشأ فلا يتجاوز خمس دقائق وسنشرح هذه الآلة في الفصول الآتية فنبين أولا القواعد المبني عليها

وأما وقت الزوال نفسه فحيث انه عبارة عن مدة نصف الليل يمكن معرفته بالساعات الغروبية من تحويل نصف قوس النهار الى كمية زمانية وطرحها من ١٢ وبتضعيف هذه الكمية تعلم مدة الليل وانهاؤه يعلم من وقت شروق الشمس

ولمعرفة وقت العشاء ووقت الامسالك يوضع المرى على درجة الشمس ويحرك حتى يقع على خط العشاء فالقوس الذى بين الخيط وخط الزوال يكون مساويا للبعد بين وقت العشاء ونصف الليل ويوضع المرى على خط الامسالك يكون القوس الذى بين الخيط وخط الزوال مساويا للبعد بين نصف الليل ووقت الامسالك وحيث ان وقت العشاء يقع قبل نصف الليل ووقت الامسالك بعده فبعد تحويل الاقواس المذكورة الى كميات زمانية يلزم فى الحالة الاولى طرحها من وقت الزوال وفى الثانية ضمها اليه

والحاصل ان خط الزوال يعتبر مبدأ لاستخراج جميع الاوقات فلاجل تعيين الاوقات النهارية التى قبل الزوال تحول أقواسها الى كميات زمانية وتطرح من وقت الزوال ولتعيين الاوقات النهارية التى بعده تظم تلك الكميات اليه وكذلك لاستخراج الاوقات الليلية كالعشاء والامسالك يعتبر خط الزوال خط نصف الليل ويؤخذ مبدأ ويعين الوقت الذى قبل نصف الليل بطرح محوّل قوسه من وقت الزوال ويعين الوقت الذى بعد نصف الليل بضم محوّل قوسه الى وقت الزوال

ويمكن استعمال الربع أيضا لاختذ ارتفاع الشمس واستخراج فضل الدائر لتعجيل الساعات وكيفية ذلك أن يمسك الربع عموديا على الافق ويوجه حرفه العارى عن الهدف نحو الشمس ويحرك رويدا رويدا حتى يستر ظل الهدف العليا الهدف السفلى فالقوس الذى بين الخيط وخط المشرق أى القوس الخارج من الخيط والمنتهى الى حرف الربع الخالى عن الهدف يكون عبارة عن درجات ارتفاع الوقت وينتج من ذلك أنه اذا وضع المرى على درجة الشمس فى اليوم المفروض وحرك الخيط الى أن يجيء المرى على مقنطرة درجة ارتفاع الوقت فالزاوية الحادثة بين الخيط وخط الزوال تكون عبارة عن فضل الدائر فان كان الارتفاع شرقيا بطرح من وقت الزوال وان كان غربيا بضم اليه فتعلم ساعة الوقت ويلزم للتمكن اسقاط ثمان دقائق

وأما كيفية استعمال الرسوم الاخرى التى على الربع كخط العصر الآفاقى وخطوط الساعات الزمانية الآفاقية فقد سبق ذكرها فيما تقدم فلا داعى الى الاعادة وقد ضربنا صفحا عن ذكر كثير من المسائل المختصة بهذه الآلة لاستفاضتها وأولقله افادتها

جميع هذه الرسوم يلزم عملها على لوحة منتظمة وبعد اتمامها تقطع على الشكل المبين في اللوحة (٣١) ثم يعمل ثقب دقيق في المركز (ن) ويوضع فيه انبوبة من نحاس يمر منها خيط من الحرير معلق في طرفه شاقول ويهتد على ذلك الخيط خيط من لون آخر يستعمل لبيان النقطة يسمى بالمرى هذا ولما كانت ارباع المقنطرات المتعارفة الآن مرسوما عليها خطوط الامساك والعيد والشفق وسمت القبلة بطريقة يصعب استعمالها فقد رسمتها انا بطريقة سهلة الاستعمال عرية عن الاشكال كما ترى

(في بعض ابصاحات مختصة بكيفية استعمال ربيع المقنطرات)

(١٥٢) ان ما ذكر في مادة (١٤٧) من طرق استعمال الاسطرلاب يمكن تطبيقه هنا على استعمال ربيع المقنطرات والاكتفاء بما ذكر هناك ولكن لا بأس بالاماع ببعض ابصاحات مقربة للمطلوب ميسرة للمرغوب فوجه اليها الالتفات وتذكر ما فات كما ان درجة الشمس المبينة على دائرة بروج عنكبوتية الاسطرلاب تدور عند ارادة العمل به كذلك في ربيع المقنطرات يوضع الخيط المعلق في المركز (ن) على درجة الشمس وتعين نقطة تلاقيه بها ثم يحرك الخيط فالنقطة المذكورة أي المرى ترسم مدار الشمس في اليوم المفروض

واذا وضع المرى على الافق فالخيط يلاقى قوس الارتفاع في نقطة تبعد عن خط الزوال بقدر درجات نصف قوس النهار واذا وضع على خط صلاة العيد فالخيط يلاقى قوس الارتفاع أيضا في نقطة تبعد عن خط الزوال بقدر الدرجات التي بين وقت الزوال وصلاة العيد ثم اذا وضع على خط سمت القبلة تحدث زاوية بين الخيط وخط الزوال مساوية للبعد بين الزوال والشمس عند ما تكون في سمت القبلة واذا وضع على خط العصر الاول تحدث زاوية بين الخيط وخط الزوال مساوية للبعد بين الزوال والعصر الاول وكذلك اذا وضع المرى على خط العصر الثاني تحدث زاوية بين الخيط وخط الزوال مساوية للبعد بين الزوال والعصر الثاني

فاذا حولنا بعد ذلك جميع تلك الكميات القوسية الى كيات زمانية بحساب أربع درجات لكل دقيقة زمانية وخمس عشرة درجة لكل ساعة وطرحنا ما يحدث لوقت صلاة العيد أو لتعيين جهة القبلة من وقت الزوال أو ضمنا ما يحدث لوقت العصر الاول أو الثاني الى وقت الزوال نهلم جميع الاوقات المذكورة

- وثانيا - المقنطرات والسموت بالطريقة المذكورة في القسم الثاني والثالث من تلك المادة وقد كتبنا برسم القليل منها لثلاث زدهم رسوم الشكل
- وثالثا - دائرة البروج بالطريقة المذكورة في المادة (١٣٨) مع مراعاة ما بين في تنبيه تلك المادة من وجوب رسمها من خط المشرق الى نقطتي تلاقي خط الزوال بمدار الجدى ومدار السرطان
- ورابعا - خطوط مغيب الشفق أعني خطوط العشاء والامسال وصلاة العيد بالطرق المبينة في المادة (١٣٩) في رسم لوقت العشاء مقنطرة تحت الافق بقدر ١٧ أو ١٨ درجة ولوقت الامسال مقنطرة تحت بقدر ٥ و ٢١ درجة ولوقت صلاة العيد مقنطرة فوقه بقدر خمس دقائق ونعين مناظر هذه المقنطرات فتحدث الخطوط (ل ل ح) ولكن يلاحظ انه اذا اريد ابقاء الخطين (ل ل) في موضعيهما وجب جعل الربع عربيا فلاجل ذلك يستحسن تدوير الشكل (ن د هـ هـ) حول الخط (ن د) حتى يقع الخطان (ل ل) في (ل ل)
- وخامسا - خط الظهر وخطا العصر الاول والثاني أما خط الظهر فيكون (ن د) لانه عبارة عن خط الزوال وأما الخطان الآخران فيرسمان باحدى الطريقتين المذكورتين في المادة (١٤٠)
- وسادسا - سمت القبلة فنعينها بالطريقة المذكورة في المادة (٩٠) ثم نرسم في (ع) زاوية مساوية لضعتها ونصل نقطة (ع) الى سمت الرأس (ب) فتحدث نقطة (س) نجعلها مركزا ونرسم منها خط سمت القبلة
- وسابعا - القوس (د د) الذي هو قوس الارتفاع ونقسمه الى تسعين درجة ونضع عليها الارقام طردا وعكسا وكذلك نقسم القوس (هـ م) بقدر درجته ونضع عليها أرقامها
- وثامنا - الظل فبدلا عن ان يبقى الجزء (ن م م) خاليا يرسم على محيطه بالطريقة المبينة في المادة (١٤١) الظلال المبسوطة والمنكوسة وفي أكثر الآلات ترسم الظلال المبسوطة فقط لجميع الاقواس التي أقل من تسعين درجة وقد يرسم فيه أيضا خط العصر الآفاقى الاول والثاني بالطريقة المبينة في المادة (١٤٢) وميول الشمس بالكيفية المبينة في مادة (١٤٣) وخطوط الساعات الزمانية الآفاقية المذكورة في مادة (١٤٤)

الكوكب المذكور ويتيسر حينئذ توجيه السفينة بالنسبة لهذا السميت وقد اطلعنا في قاموس اوتوشيا مارك النساوى في الصحيفة ١٢٤٣ أنه سيرفرانس دراقه في سفره الثاني الى أميركا سنة ١٥٧٠ قد استعمل الاسطرلاب لهذا الغرض واسطرلابه موجود الآن في أتيكحانة غرافويج بلوندره

ويمكن استعمال الاسطرلاب في رسم الخط أيضا لانه كما يستعمل لاختد ارتفاعات النقط على سطح الارض ومعرفة التفاضل الذي بين بعضها والبعض الآخر كذلك يمكن استعماله لاختد البعد بين نقطتين على سطح الافق وحينئذ لاصعوبة في نقل تلك النقط على خريطة ورسم منحنيات ارتفاعها ولاجراء هذا العمل لابد من ثلاثة امور الاول امكان وضع الآلة رأسيا أو أفقيا الثاني طريقة يتحقق بها من وضعها الافق الثالث ابرة مغناطيسية فيها فلاجل وضعها رأسيا تؤخذ عصا في طرفها الاعلى شكل وتثبت في الارض ويعلق الاسطرلاب في هذا الشكل بحيث يمكن تحريكه في جميع الجهات ولاجل وضعها أفقيا توضع على ثلاث أرجل ويتحقق من افقيتها بواسطة ميزان التسوية وأما البرة المغناطيسية فيمكن وضعها على جهة الكرسي التي على ظهر الاسطرلاب هذا ولزيادة الضبط يلزم ان هدفتي العضادة تكونان كبيرتين ويوضع في قمتيهما شعرتان رأسيتان

الفصل الثاني

(في بيان ربع المقنطرات)

(١٥١) من أشهر ما يستعمله المقياسيون آلة تسمى بالربع وهى قطعة من خشب مرسوم على وجهها أشكال مخصوصة ويسمى أحد وجهيها ربع المقنطرات والاخر بالربع المجيب ولنبدأ هنا ببيان الاول فنقول

ربع المقنطرات هو عبارة عن شكل يحتوى على جميع المقنطرات الشرقية المرسومة على الاسطرلاب وقد سبق الكلام عليها تفصيلا فلا حاجة الى تكراره هنا وانما تعرض لذلك اجمالا فنقول

متى أريد عمل ربع المقنطرات ترسم دائرة المعدل على قطر (ق ق) (شكل ٨١) تناسب طول الربع المطلوب ثم يرسم بالنسبة اعرض البلد

أولا - المدارات الثلاثة بالطريقة المذكورة في القسم الاول من المادة (١٣٥)

(نبذة تاريخية في الاسطرلاب)

(وشرح لفظه)

(١٥٠) الاسطرلاب لفظ مركب من كلمتين لاتينيتين (اسطر) بمعنى كوكب وعلى الاصح جرم سماوي و (لا يوم) بمعنى لوحة أو صفحة وقد خففت الكلمة الثانية فصار الاسم اسطرلاب واستعملها بعضهم بدون تخفيف فقال اسطرلابيوم وهو كما لا يخفى عبارة عن تسطيح هيئة الكرة السماوية على ألواح صغيرة يمكن بواسطتها اجراء الحسابات المتعلقة بالأجرام السماوية وأول من ابتكر هذه الآلة واشتغل بها هو بطليموس الذي عاش بالاسكندرية في القرن الثاني من الميلاد و بقيت على ما كانت عليه الى زمن المأمون أحد خلفاء العباسيين أي الى المائة الثانية من الهجرة النبوية ولما كان لذلك الخليفة ولوع بالعلوم وشغف بنشرها ولا سيما علم الهيئة كان ذلك من أسباب تقدم هذا العلم وظهر بعد قليل الاحتياج للآلات الرصدية الدقيقة فاستغل العلماء بتحسين الاسطرلاب واتقان صنعه حتى وصلوا الى عمل اسطرلابات في غاية من الضبط ولما تقدمت العلوم الرياضية في بغداد صنعوا بعد ذلك التاريخ بمائة سنة اسطرلاب جعفر بن المكنفي بالله الذي تقدم الكلام عليه في المادة (١٤٨) ثم استمروا في تحسينه واشتهرت بغداد ومصر والاندلس بصناعته

ثم لما ظهر ما بين الستمائة والثمانمائة من الهجرة جنكيز وهلاكو و تيمورلنك ومن شاكلهم من الذين خربوا البلاد وأنعموا العباد و انتعشت الدولة الاندلسية وتجمع أهل الصليب على المسلمين وتفرق الخلفاء والملوك من عدم الاتفاق تخربت مدارس تلك البلاد التي كانت ينبوع العلوم و اندرست مدارسها وانمحقت كتبها وأهينت علمائها ولم يبق شيء من علوم العصر الاول فأصبحت نسيا منسيا واستقر هذا الخلل في الشرق الى أيامنا هذه حيث ضاع شأن تلك الآلات النافعة ولم يبق فيها من يصنعها بل وانمحقت منها أكثر الآلات التي صنعت قديما وكذا أسماءها ولم يبق منها الا الآن الا القليل في بعض الكتب ففاننا على وجه انها أتيكت

هذا ولم نر في الرسائل الميمنة لاستعمال الاسطرلاب انه استعمل لسير السفن في البحار مع انه يمكن ذلك بغاية السهولة فاذا أخذ ارتفاع أحد الكواكب التي لها شطبا في الآلة ووضعت شظيته اما شرقا واما غربا على المقنطرة المقابلة لذلك الارتفاع المرسومة على الصفحة التي عرضها عرض المكان الذي فيه السفينة فيعلم سمت

الكوكب

Ptolemaei planisphaerium, Iardani planisphaerium.

Frederici commandini urbinatisin Ptolemaei planisphaerium commentarius. Aldus.

Venetiis. MDLVIII.

Elucidatio fabricae ususque Astrolabii. A Ioanne Stafferino Iustingensi viro germano : atque totius spheris doctissima nuper ingeaique concinnata atque in lucem edita. Oppenheim. 1513.

Bulletin scientifique publié par l'académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, tome V, 1839 page 81-96. Kurze Nachricht von swei Astrolabien mit morgenlaendischen Inchriften von B. Dorn. (Lu le 19 octobre 1838.)

Ibid. Tome IX, 1842, page 60-73, über ein drittes in Russland befindliches Astrolobium mit morgenlaendischen Inschriften von B. Dorn. (Lu le 14 mai 1841.)

Bulletin de la classe historique philologique de l'académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, tome 1^{er} 1842, page 353-366, uber ein viertes in Rusland befindliches mit morgenlaendischen Inschriften von B. Dorn. (Lu le 12 janvier 1844.)

Supplément au traité des instruments des Arabes par M. L. Am. Sédillot. (Paris, imprimerie royale MDCCXLIV, page 149-194).

Mélanges asiatiques tirés du Bulletin historico-philologique de l'académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, tome II., 5^e livraison 1856, lettre de M. Khanykoff à M. Dorn, page 437 et suiv. (und besonders).

Ibid. Extrait d'une lettre de M. Khanykoff à M. Dorn, page 505 et suiv. (und besonders, page 508 und 509).

Description of a planisphere Astrolab constructed for Shah Sultan Hussein Safavi, king of Persia and now preservet in the British Museum comprising an account of the Astrolabe; generally, with notes illustrating and explanatory: to which are added concise notices of twelve other astrolabes Eastern and European hitherto undescribed. By William H. Marley, London 1856.

Ueber ein in der Kaeniglichen Bibliothek zu Berlin befindliches Arabisches Astrolabium von F. Waepke.

و (١٠) سرمن رأى و (١١) سمرقند و (١٢) قرطبة و (١٣) طليطلة و (١٤) سرقسطة و (١٥) القسطنطينية و (١٦) آخر العمران ومبين فيها أطول نهار لكل من هذه الجهات ولكن في عروضها سهو بقدر أربع درجات

وسابعها وثامنها - اسطرلابان موجودان في أتيكخانه اسبانيا مرسومان في الكتاب الفرنساوى المسمى بتمدن العرب (١)

وتاسعها - الاسطرلاب الموجود في كتيخانه لوندرو وهو في غاية من الاتقان صنع لاجل حسين خان من صفويه

وعاشرها - الاسطرلاب المحفوظ بكتيخانه مهندسخانه الاستانة وقد سبق تفصيله وحادى عشرها - الاسطرلاب الذى وجدناه بالقاهرة وقت طبع هذا الكتاب وهو مصنوع بدار السعادة وقد سبق الكلام عليه أيضا

وأكثر هذه الاسطرلابات مكتوب عليها بالخط الكوفي ما عدا التى صنعها الترك أو العجم فمكتوب عليها بقاعدة الخط التركى أو الايرانى ويوجد فى بعضها ألفاظ لاتينية كما تقدم بيان ذلك ولا شك انه يوجد اسطرلابات سوى ما ذكر فى محلات أخرى

(أسماء الكتب والرسائل التى ألفت فى الاسطرلابات)

(١٤٩) قد ألفت فى الاسطرلاب كتب عديدة منها كتاب جامع المبادئ والغايات فى علم الاوقات تأليف أبى الحسن المراكشى ألفت هذا الكتاب فى سنة ٦٢٧ هجرية وتكلم فيه مؤلفه على علم الحساب والهندسة والهيئة وكيفية رسم الاسطرلاب وهو عربى العبارة موجود منه نسختان بالخط والاشكال احدهما فى كتيخانه استانبول التى بجوار باب حديقة المغفور له السلطان عبد الحميد الاول طاب ثراه والاخرى فى كتيخانه اياصوفية ويوجد غير هذا الكتاب رسائل عديدة فى كيفية استعمال الاسطرلاب باللغات التركية والعربية والفارسية وبعضها مطبوع بل مكتوب بخط التعليق وقلما توجد كتيخانه فى بلاد الاسلام لم يكن فيها رسالة من هذه الرسائل

ودونك أسماء الكتب والرسائل الافرنجية التى تبحث عن هذه الآلة

(١) اسم مؤلفه كوستاف لوبون اه مترجمه

الاتقان وهو يشتمل على أربعة ألواح وهى عبارة عن ثمان صفائح رسمت لعرض مكة والمدينة وسبته والمرية واشبيلية وقرطبة وطليطلة وسرقطة وفى عنكبوته شظايا أحد وعشرين كوكبا

وثالثها - اسطرلاب الموسيو دورن الذى شرحه فى رسالة قدمها الى دار فنون بطرسبورغ وهذا الاسطرلاب محفوظ جيدا صنع فى العصر الثانى من الميلاد ثم شرح الموسيو المذكور فى رسالته اسطرلابا آخر موجودا بكتبخانة بطرسبورغ الملوكية وهو مصنوع من خشب مكتوب عليه عبارة باللغة الفرنسية يفهم منها انه صنع لاجل الفنبليين العثمانيين بعد سنة ١٧٣١ ميلادية

واسطرلاب الموسيو دورن المذكور قد اشتراه موسيو موخلنسكى فى حلب من الشيخ عبد الله الطرابلسى وهو مصنوع من نحاس أصفر وفيه سبعة ألواح أعنى أربع عشرة صفحة لعروض سرنديب وبغداد وغيرهما الى عرض ٥١ درجة وعنكبوته تحتوى على زيادة عن عشرين شظية من شظايا الكواكب وقال بانه ان هذا الاسطرلاب كان للعالم الشهير نصير الطوسى ولكن لم يقم على صحة هذا القول دليل

ورابعها - الاسطرلاب الموجود فى كتبخانة فرانسا وعليه هذه العبارة (صنع هذه الصفيحة محمد بن قنوج البخارى بمدينة اشبيلية عمرها الله فى سنة خيه الهجرة) (١) وخامسها - الاسطرلاب الذى وجدته الموسيو ترومار مكتوب على احدى جهتي كرسية الجامعة للأعمال والعروض صنعها وابتدوها على بن ابراهيم المظم وعلى الجهة الاخرى (الشيخ على بن محمد الدربندى عفا الله عنه فى سنة ذلح ٧٣٨) وفى عنكبوته شظايا لثمانية وخسين كوكبا

وسادسها - الاسطرلاب الموجود بكتبخانة برلين مكتوب عليه بالخط الكوفى (عمل محمد بن الصال بمدينة طليطلة فى سنة عشرين واربعائة) وعلى عنكبوته ٢٩ شظية وفيه تسعة ألواح مرسوم على وجهي ثمانية منها ستة عشر مقنطرة وعلى وجهي التاسعة صفيحتان موضعتان لعرضين مختلفين وصفائح المقنطرات المذكورة هى لعروض البلاد الآتية (١) جزيرة سرنديب أى جزيرة الياقوت و (٢) غانه و (٣) صنعاء و (٤) سبا و (٥) مكة و (٦) المدينة و (٧) القلزم و (٨) مصر و (٩) القيروان

(١) ان صانع الاسطرلاب الذى بالمهندسخانة هو نفس صانع هذا الاسطرلاب وصنع هذا بعد ذلك بسنتين

ويوجد منها عدة في أوروبا . أولها الاسطرلاب الذى بكتبخانة باريس مكتوب عليه ان أحمد بن خلف صنعه برسم جعفر ابن المكتفى بالله ولم يذكر التاريخ ولكن من المعلوم ان المكتفى بالله هو من خلفاء العباسيين وكان حاكما ببغداد فى سنة ٢٩٥ هجرية مذكور كان عمره ٣٣ وبقي حاكما فيها مدة سبع سنين وكان له من الاولاد ثمانية ذكور وثمان اناث ولا بد أن يكون هذا الاسطرلاب صنع لاحد اولاده المسمى بجعفر فيمكن القول بالتخمين ان تاريخ صناعته كان قريبا من سنة ثلثمائة وعشرين

وهذا الاسطرلاب يشتمل على أربعة ألواح على وجهى كل منها رسوم فيكون فيه ثمان صفائح ولكن لا توجد دوائر السموت الاعلى الصفحة الثالثة ولا يوجد على الاخرى الا المقنطرات وخطوط الساعات والقطران المتقاطعان ويرى من رسوم هذا الاسطرلاب ان صناعة عمله كانت متأخرة فى ذلك العهد ولم تتقدم الابعده

وفى عنكبوتته البروج الاثنا عشر وشظايا سبعة عشر كوكبا وهى (١) رأس الحوا و (٢) النسر الطائر و (٣) المنكب و (٤) الراح و (٥) الفكه و (٦) الواقع و (٧) الردف و (٨) رأس الغول و (٩) العيوق و (١٠) الكف الخضيب و (١١) قلب الاسد و (١٢) الشعرى الشامية و (١٣) منكب الجبار و (١٤) الدبران و (١٥) (الشعرى) اليمانية و (١٦) رجل الجبار و (١٧) قلب العقرب

وأما عروض الصفائح فهى دقيقة ثمانية

(١) عرض مكة	كا	ساعات	٥	مح	مح	(٥) عرض	لد
(٢) »	كد	»	»	»	ل	(٦) »	لو
(٣) »	كطيه	كز	»	»	يد	(٧) »	لط ساعات
(٤) »	لا	»	»	»	و	(٨) »	حزان لز ساعات

وهذا الاسطرلاب يختلف عن الاسطرلابات الآتى بيانها فى درجة الصناعة فان صناعة هذا لم تكن تامة الاتقان كما تقدم ذكره ولذلك ابتدأنا بذكره لتظهر كيفية ترقى هذا الفن عند العرب ووقت ابتداء الترقى

وثانيها — اسطرلاب موسيو مارسل قطر دائرته يساوى ثلاثة أصابع فرنساوية وتاريخه (خيه) أى ٦١٥ هجرية وصانعه أبو بكر بن يوسف المراكشى وعليه كتابة بالخط الكوفى وهذا الاسطرلاب مع صغر حجمه يحتوى على رسوم عديدة فى غاية من

تلك الاباطيل قولهم مثلاً ستكسب كذا غداً ولا توجه الى المحل الفلاني لئلا تهلك
وغير ذلك من الاخبار التي طالما كذبها العيان وهو أقوى برهان

والحاصل ان الاشتغال بتلك المسائل التي لا برهان لها صحيح والاعتقاد بأن ذلك يكشف
حجاب الغيب ضرب من الشرك بالله روى أنه لما توفي ابراهيم بن النبي عليه الصلاة
والسلام انكسفت الشمس وكان بعضهم يرى أنها انكسفت لاجل موته فبلغ ذلك
النبي عليه الصلاة والسلام فقال (ان الشمس والقمر لا ينكسفان لموت أحد ولا لحياته)
وجاء في الحديث القدسي (أصبح من عبادي مؤمن بي وكافر بي فأما من قال مطرنا
بفضل الله ورجسته فذلك مؤمن بي كافر بالكواكب وأما من قال مطرنا بنوء كذا
فذلك كافر بي مؤمن بالكواكب) ومعنى ذلك أن المؤمن بالله ينكر تأثير الكواكب
والكافر يسند المطر الى تأثيرها (١) ونتيجة ما تقدم أن لا تأثير للشمس والكواكب
في الامور العالمية من مثل موت انسان أو حياته أو وقوع خير أو شر في جهة من
الجهات بل هي من ضمن المخلوقات الواقعة عليها تأثير الفاعل المختار سبحانه وتعالى نعم
ان للسيارات تأثيراً طبيعياً بعضها على بعض بالنسبة لاجسامها وكثافتها ونحو ذلك وهو
ناجم عن الجاذبية العامة كما هو مشروح في علم الهيئة ولكن هذه التأثيرات لا تعلق
لها البتة بأحوال العالم

ويعلم من كتب التاريخ ان الله سبحانه وتعالى أوحى الى موسى عليه وعلى نبينا أفضل
الصلاة والسلام أن يعدم كل من اشتغل من أمته بهذا التمويه وادعى الاخبار عن
الغيب وما يوجب الاستغراب ان جميع الانبياء عليهم السلام شمروا ساقهم لمنع من
يشغل من أمهم بتلك الافكار الواهية فلم يتيسر لهم منعها كلياً مع ان كل من
يكون له أدنى الملم بعلم الهيئة يعلم ان لا تأثير للكواكب في أمور العالم

(كلام على بعض الاسطرلابات)

(١٤٨) لما كان الاسطرلاب من أدل العلامات على رسوخ قدم المتقدمين في العلوم
كان له شأن عظيم عند علماء أوروبا ولا سيما المشتغلين بالكشف عن الدرجة التي
وصلت اليها العلوم الشرقية ولذلك تراهم يبحثون عن أحوال هذه الآلة ويجهلون
في تعيين تاريخ اصطناعها

(١) راجع فصل ابطال صناعة النجوم من مقدمة تاريخ المتفنن عبدالرحمن بن خلدون

درجة الشمس على الافق الغربى فدرجات القوس الذى بين المرى وخط التعليق (خط
وسط السماء) بحسابها من الجهة اليمنى تدل على مطالع الغروب وتسمى أيضا بمطالع
النظير

واذا أضفت الى الشروق ماضى من النهار أو أضفت الى الغروب ماضى من الليل
وجدت مطالع الوقت وتسمى بمطالع الطالع أيضا وليلاحظ ان مبدأ المطالع الفلكية
عبارة عن نقطة الانقلاب الشتوى ومبدأ المطالع البلدية عبارة عن نقطة الاعتدال
الربيعى

(فى طالع المعين وطالع المولود وطالع السنة وطالع العالم وتسوية البيوت الاثني عشر)
لا يسعنا الا ان نضرب صفحا عن هذه المسائل وما يشاكلها لانها مبنية على القول
باحكام النجوم وهو كما لا يخفى عار عن العصة بالكلية ومن يشتغل بالكتب المذكورة
فيها هذه المسائل فلا يحصل منها الا على أمور واهية لا تجديه شيئا واذن فلا اشتغال بها
ضرب من العبث

وطريقتهم فى ذلك لتكون على بصيرة من الامر أنه اذا ولد مولود مثلا يؤخذ ارتفاع
الشمس أو كوكب لتعيين لحظة الولادة بالضبط فدرجة البروج التى تكون على الافق
الشرقى فى تلك اللحظة تسمى بالطالع والتى توجد على الافق الغربى تسمى بالغارب
أو السابغ والتى فى وسط السماء يقال لها العاشر والتى فى وتد الارض يقال لها الرابع
وهذه الدرجات هى مبادئ الاولى والرابعة والسابعة والعاشرة من خانات البيوت الاثني
عشر وكم من أمر فى الخانات الثمان الباقية فبعد أخذ الطالع تعين الكواكب
المشهورة التى توجد فيها اذ ذلك بواسطة الازياج ثم يبحث فى هذه الكتب الخرافية عن
حال كل كوكب فيزعمون ان الكوكب الفلانى اذا وجد فى المحل الفلانى يكون نحسا
أو سعدا وغير ذلك من الجمل الخالية عن المعانى الصحيحة ويستنبطون منها النتائج
الفاسدة التى أنكرها الشرع وهجن الاشتغال بها

وقد بين تعالى الامور الغيبية الخمسة التى استأثر سبحانه بعلمها فقال فى كتابه الكريم
فى آخر سورة لقمان (ان الله عنده علم الساعة وينزل الغيث ويعلم ما فى الارحام وما
تدرى نفس ماذا تكسب غدا وما تدرى نفس بأى أرض تموت) فاذا كان القرآن
الكريم يخبر بأن معرفة هذه الامور ليست فى طوق البشر فكيف تقبل من واضع

أقل من ميل الشمس الكلى فابحث عن درجة الميل على دائرة البروج المساوية للعرض المذكور وضعها على خط وسط السماء وان كان أعظم منه فابحث عن نقطة العنكبوتة البعيدة عن معادل النهار بمقدار العرض وضعها على خط وسط السماء أيضا وفي كلتا الحالتين احفظ درجة محيط الحجر الميمنة بالمرى ثم أدر العنكبوتة جهة البلد الآخر الى أن يتجاوز المرى مقدار المحفوظ المذكور بقدر الفاضل بين الطولين واقرأ عدد المقنطرة الذي وقعت عليه تلك الدرجة أو النقطة واطرحه من التسعين ثم اضرب الباقي في $\frac{٢}{٥٦}$ فيكون الحاصل البعد المطلوب والسمت يعرف من دائرة السمت الواقعة عليها الدرجة أو النقطة المتقدم ذكرها

الحالة الثالثة - ان يكون البلدان مختلفي الطول والعرض فاما أن يكون أحدهم العرضين أو كل منهما أقل من ميل الشمس الكلى واما أن يكون أحدهما أو كل منهما أعظم منه ففي الحالة الاولى افصل من دائرة البروج قوسا يعادل أقل العرضين وضع درجته فوق صفيحة العرض الاكبر على خط وسط السماء وفي الحالة الثانية ابحث عن نقطة العنكبوتة البعيدة عن معادل النهار بقدر أقل العرضين وضعها فوق صفيحة العرض الاكبر على خط وسط السماء أيضا واحفظ درجة المرى الميمنة على محيط الحجر ثم أدر العنكبوتة الى أن يتجاوز المرى مقدار المحفوظ بقدر الفاضل بين الطولين واقرأ عدد المقنطرة الذي وقعت عليه تلك الدرجة أو النقطة واطرحه من التسعين واضرب الباقي في $\frac{٢}{٥٦}$ فالحاصل هو البعد المطلوب ويعرف السمت من دائرة السمت الواقعة عليها الدرجة أو النقطة المتقدم ذكرها

(في المطالع الفلكية والبلدية ومطالع النظير ومطالع الوقت)

المطالع الفلكية ويقال لها مطالع الزوال هي المدة التي بين مرور أول الجدى بسطح نصف النهار وبين مرور الشمس به ولمعرفة المطالع الفلكية لدرجة مفروضة تضع هذه الدرجة على خط وسط السماء وتقرأ الدرجة الميمنة بالمرى على محيط الحجر من الجهة اليمنى فهي المطالع الفلكية المطلوبة وهي كمية لا تتغير بتغير الآفاق والمطالع البلدية ويقال لها مطالع الشروق هي المدة التي بين طلوع رأس الحمل وشروق الشمس ولمعرفتها تضع درجة الشمس على الافق الشرق فبعد المرى من خط وسط السماء من الجهة اليمنى يدل على المطالع البلدية وهو متغير بتغير العروض وإذا وضعت

الشرق ثم حرك الاسطرلاب افقيا الى أن يقع ظل الهدفة على نفس العضادة ففي هذا الوقت يدل خط مشرق ومغرب الاسطرلاب وخط نصف نهاره على خط مشرق ومغرب المحل الذي انت فيه وخط نصف نهاره فاذا رسمت على سطح الارض خطين مستقيمين على اتجاه الخطين المذكورين تكون قد عينت الجهات الاربع واذا أردت اتجاه القبلة بعد ذلك فضع العضادة مائلة على خط المشرق والمغرب بقدر سمت القبلة أو منحرفة على خط نصف النهار بقدر انحراف القبلة ثم ارسم على الارض خطا على استقامة العضادة فانه يدل على اتجاه القبلة في المحل المفروض

(تنبيه)

ينبغي أن لا يمضي بين رصد ارتفاع الشمس واجراء هذه العملية وقت اذ التأخر يستدعي انلطاً في الرسم ومن ثم رجحت الطريقة المتقدمة ذكرها على هذه

(في تعيين البعد بين بلدين واستخراج سمت أحدهما بالنسبة للآخر)

لذلك ثلاث أحوال

الاولى - ان يكون البلدان متحدي الطول ومختلفي العرض ولعرفة البعد بينهما تضرب الفرق بين عرضيهما في $\frac{57}{3}$ فالخاصل هو بعدهما بالميل (١) وأما السميت فهو بالضرورة خط نصف النهار

الحالة الثانية - ان يكون البلدان مختلفي الطول متحدي العرض فاذا كان العرض

(١) اعلم أنه في العصر الثاني من الميلا دسبح بطليموس في صحراء مصر طول الدرجة الواحدة من قوس دائرة نصف النهار فوجده يساوي $\frac{66}{3}$ ميلا ثم في سنة ٨٢٧ ميلادية أي سنة ٢١٠ هجرية أمر الخليفة المأمون بإعادة هذه المساحة ففعل ذلك ابن موسى ومن كان معه من علماء الهيئة في صحراء سنجار ووجدوا ان طول الدرجة المذكورة يساوي $\frac{57}{3}$ ميلا ولكن لا يعلم إلا مقدار الميل الذي استعمله بطليموس وأما الميل الذي استعمل في أيام المأمون فهو على ما يظهر الميل المقدر في كتب الفقه بقولهم (عرض الشعيرة = ٦ شعيرات والاصبع = ٦ شعيرات والنراع = ٢٤ اصبعاً والباع = ٤ أذرع والميل = ١٠٠٠ باع والفرسخ = ٣ أميال)

واذا قاس الانسان عرض شعيرات كثيرة يجداً أن متوسط عرض الشعيرة الواحدة بالمتر يساوي ٠.٠٠٣٥٢٦٤ وعلى ذلك فالنراع يساوي ٠.٥٠٧٨٠١٦ وربع دائرة نصف النهار المساوي ١٠٠٠٠٠٠ متر على حساب الفرنسيين يساوي على حساب العرب ١٠٣٥٩١٥٢ مترا وبالجزر ١٠٣٦٠٠٠٠ فهذا المقدار يزيد عن المقدار السابق بستة وثلاثين في الالف ٨

وسادسا - اذا تساوى طولهما وكان عرض المحل أقل من عرض مكة يكون سمت على جهة شمال خط نصف النهار

وسابعا - اذا تساوى عرضهما وكان طول المحل أصغر من طولها يكون سمت على خط المشرق

وثامنا - اذا تساوى عرضهما وكان طول المحل أعظم من طولها يكون سمت القبلة على خط المغرب

فتى اريد رسم اتجاه القبلة في أى محل كان على الارض يلزم البحث عن الجهة التى يقع فيها حسب ما قيل ثم يجرى العمل بالطريقة الآتى ذكرها وهى

(فى معرفة وقت وجود الشمس على استقامة القبلة في أى يوم)

أدر العنكبوتة حتى تقع درجة الشمس في اليوم المفروض على مقنطرة الافق الشرقى واحفظ الدرجة الميمنة بالمرى على محيط الحجر ثم أدرها مرة ثانية الى أن تجىء درجة الشمس المذكورة على قوس دائرة سمت الذى تقدم تعيينه واحفظ الدرجة الميمنة بالمرى على محيط الحجر ثم اطرح أحد العددين المحفوظين من الآخر وحول الفاضل الى ساعات وأضفه الى وقت شروق الشمس فالجموع يدل على وقت اتجاه ظل شاخص قائم على الافق نحو القبلة

فى مصر القاهرة } سمت القبلة = $٥٢^\circ ٤٤'$ شرقى جنوبى
وانحرافها = $٠٨^\circ ٤٥'$ من الجنوب الى الشرق

وفى الدقيقة الاولى بعد الساعة الحادية عشرة الزاوية صباحا من اليوم الثامن فى مارث الموافقة لثلاث وعشرين دقيقة بعد الساعة الرابعة الغروبية من اليوم المذكور يتجه ظل كل جسم قائم على افق القاهرة نحو سمت القبلة

(فى تعيين الجهات الاربع وسمت القبلة في أى زمان ومكان)

خذ ارتفاع الشمس وابحث عن سمت الذى يسمى بسمت الوقت ثم ضع الاسطرلاب افقيا بحيث يكون ظهره جهة السماء بأن تركزه على اناء مثل قدح تكون دائرة فيه افقية بالضبط ويعلم ذلك بصب ماء فيه وسيلانه من كل جهة على السواء فان كان سمت الوقت شرقيا شماليا أو غربيا جنوبيا فضع العضادة على درجة ذلك سمت فى ربع المحيط الغربى وان كان سمت شرقيا جنوبيا أو غربيا شماليا فضعها على تلك الدرجة فى الربع

(في تعيين سمت القبلة)

إذا أردت تعيين سمت القبلة في أي بلد كان فأدر العنكبوتة على صفحة عرض ذلك البلد حتى تقع الدرجة السابعة من برج الجوزاء أو الدرجة الثالثة عشرة من برج السرطان على خط وسط الأرض وانقل المرى على محيط الحجر غربا أو شرقا بقدر الفرق بين طول مكة وطول البلد فيكون غربيا إذا كانت مكة على شرقي البلد وشرقيا إن كانت على غربيه ثم انظر الى قوس دائرة السمات الواقع عليها المرى فتعلم سمت القبلة وخذ من ذلك القوس تمام التسعين تعلم انحرافها على خط نصف النهار وابحث عن المقنطرة المارة بتلك النقطة تعلم درجة ارتفاع الشمس وقت مرورها بسمت رأس مكة في ذلك الوقت تكون الشمس على اتجاه القبلة بالضبط لان عرض مكة احدى وعشرون درجة ونصف درجة ومن حيث ان الدرجة السابعة من برج الجوزاء تبعد عن خط الاستواء بقدر احدى وعشرين درجة ونصف أيضا في يوم ما تجيء الشمس على الدرجة المذكورة من ذلك البرج ترسم الدائرة اليومية المارة بسمت رأس مكة المكربة ووقت وجودها في سمت الرأس المذكور تكون على اتجاه القبلة بالنسبة لجميع بلاد العرض اما شرقا أو غربا بقدر التفاصل بين طول مكة وأطوال تلك البلاد

ولمعرفة أية جهة من الجهات الأربع يقع فيها سمت القبلة بالنسبة الى محل مفروض يلاحظ

أولا - انه اذا كان طول ذلك المحل وعرضه أصغر من طول مكة وعرضها يكون السمت شرقيا شماليا

وثانيا - انه اذا كان طوله أصغر من طولها وعرضه أعظم من عرضها كدار السعادة يكون السمت شرقيا جنوبيا

وثالثا - انه اذا كان طوله أعظم من طولها وعرضه أقل من عرضها يكون السمت غربيا شماليا

ورابعا - انه اذا كان طوله وعرضه أعظم من طولها وعرضها يكون السمت غربيا جنوبيا

وخامسا - اذا تساوى طولهما وكان عرض المحل أعظم من عرضها يكون سمت القبلة على جهة خط نصف النهار الجنوبية

ومن المعلوم انه اذا كانت القائمة المفروضة لمقياس الظل الذى على الاسطرلاب تساوى ١٢ فالظل المبسوط للزاوية الحادثة بين شعاع البصر المتجه نحو رأس الجبل وبين الافق يكون مساوياً لتمام مماس تلك الزاوية مضروباً فى ١٢ فلو فرضنا (١٢ تمام مماس م) = ٤٣ مثلاً يكون (١٢ تمام مماس م) = ٤٣ بالعمل المتقدم فالفرق بين هاتين الكميتين يكون مساوياً للواحد ويكون اذن (٤٣ = ١٢ ب) وبإضافة قائمة الراصد الى هذه الكمية يحدث ارتفاع الجبل المطلوب

ويتلخص من ذلك هذه القاعدة العامة - اذا أردت أخذ ارتفاع جبل مثلاً لا يمكنك الوصول الى مسقط رأسه فقف فى محل مبسوط وانظر رأس الجبل وعين الزاوية الحادثة ثم قف فى محل آخر (بشرط أن يكون فى السطح الرأسى المار بالمحل الاول وبالنقطة التى رصدتها) وانظر تلك النقطة مرة ثانية وعين الزاوية الحادثة ثم قس المسافة بين المحلين المذكورين واضربها فى ١٢ واقسم الحاصل على الفاضل بين الظل المبسوط لاحدى الزاويتين الحادثتين والظل المبسوط للآخرى فالخارج مع قدر قامتك هو المطلوب

والفرق بين هذه القاعدة والقاعدة المتقدم ذكرها ان المقسوم عليه فى تلك يساوى واحداً بخلافه هنا ولا يخفى ما فى ذلك من السهولة وقد يمكن الاعتذار عن الخطا الذى يئناه بان سببه تحريف النساخ اذ يعد أن ينسب مثله الى المؤلف ولعل قوله (الظل المحفوظ) محرف عن (الفرق بين الظلين) فتكون القاعدة حينئذ صحيحة ويوجد فى القاعدة المتقدم ذكرها خطأ آخر وهو قوله ان البعد بين محل الرصد الاول والجبل يساوى حاصل ضرب المسافة بين المحلين فى الظل المبسوط للزاوية الاولى فان الحاصل المذكور لم يكن الا جزءاً واحداً من اثني عشر من البعد المفروض

(فى معرفة أعماق الآبار وعروض الانهار واتجاه جريان مياهها)

يمكن حل هذه المسائل أيضاً بواسطة الاسطرلاب ولكن رأينا صرف النظر عن ذكر ذلك هنا (١)

(١) لعل المؤلف الاهتمام صرف النظر عن ذكر ذلك فى هذا المقام اعتماداً على سهولة تلك العمليات واكتفاء بما هوأت قالهء الذين العاملين فى الخلاصة فى تعيين عروض الانهر ونحوها (قف على أحد شاطئى النهر وانظر جانبى الآخر من نقيض الضادة ثم أدرك الى أن ترى شيئاً من الارض منهما والاسطرلاب على وضعه فابين موقفك وذلك الشئ يساوى عرض النهر) اه مترجمه

$$\text{المود} = \frac{١٢ \text{ القاعدة}}{\text{تمام مماس الزاوية}} + \text{قائمة الانسان}$$

وبهذه الكيفية يمكن تعيين مقدار انحطاط جسم تحت الافق

واذا لم يمكن الوصول الى مسقط رأس الجسم المراد أخذ ارتفاعه كأن يكون جبلا أو هرما تستعمل طريقة أخرى عثرنا عليها في كتاب عربي لم يذكر فيه اسم مؤلفه قال مامعناه (انظر الى رأس الجسم حتى تراه من الهدفتين بشرط ان يكون خط ترتيب العضادة واقعا على عدد صحيح من أعداد الظل المبسوط وضع علامة في المحل الذي أنت فيه ثم أدر العضادة الى أن يزيد ذلك العدد أو ينقص واحدا وابحث عن محل آخر على سطح أفقك وفي السطح الرأسى المار بالمحل الاول ورأس الجبل مثلا بحيث ترى رأس الجبل من الهدفتين مرة أخرى وضع علامة ثانية في ذلك المحل فان نقصت العدد المفروض قربت ضرورة من الجبل وان زدته بعدت عنه ثم قس المسافة بين المحلين واضربها في القائمة المفروضة واقسم الحاصل على (الظل المحفوظ) وأضف الى الخارج قائمة الانسان فما كان هو الارتفاع المطلوب اه
وهذه القاعدة جليلة جدًا لولا ان بها غلطا في قوله (واقسم الحاصل على الظل المحفوظ) والصواب ان يقول (وقس المسافة بين العلامتين واضربها في قائمة الظل وأضف الى الحاصل قائمتك)

وللبرهنة على ذلك نقول لنفرض الشكل (٨٠) فلنا

$$\frac{ز}{س} = \text{تمام المماس م} \quad \text{و} \quad ز = \text{تمام المماس م} \times س$$

$$\frac{ز + ح}{س} = \text{تمام مماس م} \quad \text{و} \quad ز + ح = \text{تمام مماس م} \times س$$

$$\frac{ز + ح}{س} = \text{تمام مماس م} \times س$$

$$ز = (\text{تمام مماس م} - \text{تمام مماس م}) \times س$$

$$\frac{ح}{س} = \text{تمام مماس م} - \text{تمام مماس م}$$

$$\frac{ح}{س} = \frac{١٢}{\text{تمام مماس م} \times ١٢}$$

ومن

وسعة المغرب هي قوس من دائرة الافق أيضا محصورين نقطة غروب الشمس وخط الاستواء ولاجل تعيينهما يبحث عن نقطة وقوع درجة الشمس على الافق فتكون السعة المطلوبة على دائرة السميت لتلك النقطة

واذا لم يكن للارتفاع سميت تدور العنكبوتة حتى تقع درجة الشمس على قوس أول السموت فدرجة المقنطرة المارة بهذه النقطة تكون عبارة عن السعة المطلوبة واذا كان العرض شماليا فالارتفاعات التي لاسمت لها تكون على البروج الشمالية ولا يوجد منها على البروج الجنوبية شيء

وسميت أى ارتفاع كان هو عبارة عن درجة قوس دائرة السميت الميمنة بوضع درجة الشمس على مقنطرة ذلك الارتفاع فان وجد السميت المذكور ما بين وتد الارض ودائرة أول السموت يسمى شماليا واذا وجد خارجا عنهما يسمى جنوبيا واذا كان الارتفاع شرقيا يكون السميت شرقيا شماليا أو شرقيا جنوبيا واذا كان غربيا يكون غربيا شماليا أو غربيا جنوبيا واذا وقع الارتفاع على أول السموت يكون السميت صفرا

والعمليات المتقدم ذكرها كلها موقوفة على استعمال درجة الشمس فاذا أريد اجراءها ليلا حيث لا توجد الشمس يمكن استعمال كوكب من الكواكب النيرة ويلزم أن يكون من الكواكب التي لها شظايا على سطح العنكبوتة وفي هذه الحالة تبقى الايضاحات السابقة كما هي وانما يبدل فيها عبارة درجة الشمس بشظية الكوكب المعتبر

(في تعيين ارتفاع جسم قائم)

ضع العضادة على درجة خمس وأربعين واقرب من الجسم المقروض وابعد عنه حتى تجد نقطة يمكنك أن ترى رأس ذلك الجسم من الهدفتين ثم قس المسافة التي بينك وبين مسقط رأس الجسم على الافق وأضف اليها ارتفاع نظرك عن الارض فما كان هو الارتفاع المطلوب

واذا أردت استخراج الارتفاع المذكور من أى نقطة فرضت فانظر الى رأس الجسم حتى تراه من هدفتي العضادة وأبحث في الآلة عن الظل المبسوط للزاوية الحادثة ثم قس المسافة التي بينك وبين مسقط رأس الجسم واضربها في القائمة المفروضة (١٢) واقسم حاصل الضرب على الظل المبسوط وأضف الى الخارج ارتفاع بصرك عن الارض فيكون

المتقدم ذكرها فيقع جزء النظر على الحانة الدالة على الساعة الزمانية لوقت الرصد

(أوقات الصلاة)

لا حاجة للبحث عن وقت المغرب بالاسطرلاب لانه يعلم عيانا وقت غروب الشمس وأما العشاء فالمعرفة وقت دخولها يبحث أولا عن درجة الشمس في اليوم المفروض ثم توضع على أفق المغرب وتقرأ الدرجة التي بينها المرى وتحفظ ثم تدور العنكبوتة حتى تقع درجة الشمس على خط الشفق وتقرأ الدرجة الميمنة بالمرى ويؤخذ الفرق بين هذا العدد والعدد الاول المحفوظ فيعلم وقت صلاة العشاء

وكذلك اذا أريد معرفة وقت العصر توضع درجة الشمس على خط العصر الاول أو الثاني وتقرأ الدرجة الميمنة بالمرى ويطرح من العدد المحفوظ فيكون الفرق عبارة عن الحصة التي بين العصر والغروب ويطرحه من ١٢ يعلم وقت دخول الشمس ووقت الفجر يعين بهذه الطريقة أيضا

واذا لم يكن خط العصر مرسوما على الصفحة يؤخذ ارتفاع الشمس بالكيفية المذكورة في المادة (١٤٢) وتوضع درجة الشمس على مقنطرة ذلك الارتفاع فيوجد المطلوب وإذا لم يكن خط الشفق مرسوما أيضا على الصفحة وأريد تعيين وقت الشفق وهو وقت صلاة العشاء تؤخذ مقنطرة الدرجة (١٨) من المقنطرات الشرقية وتوضع عليها درجة الشمس وتقرأ الدرجة الميمنة بالمرى ثم يبحث عن الفرق بينها وبين درجة الشمس عند ما تكون الشمس على الافق الشرقي فيعلم منه وقت صلاة العشاء بعد الغروب وكذلك لتعيين وقت الفجر ووقت الامساك تؤخذ مقنطرة (١٩) درجة ومقنطرة (٢١) درجة ونصف ويجرى العمل كما ذكر ولكن يراعى ان وقت الفجر ووقت الامساك يكونان قبل شروق الشمس فيلزم طرحهما من وقت الشروق

وقد اصطلح المتأخرون على ان صلاة العيد تكون عند ما ترتفع الشمس فوق الافق بخمس درجات فلاجل تعيين هذا الوقت توضع درجة الشمس على الافق ثم على مقنطرة الدرجة (٥) ويؤخذ الفرق بين العددين المعينين بهذه الكيفية ويضاف على وقت شروق الشمس لان صلاة العيد هي بعد الشروق كما ذكرنا

(في تعيين سعة المشرق والمغرب)

سعة المشرق هي قوس من دائرة الافق محصور بين نقطة شروق الشمس وخط الاستواء

اليوم وبالعكس اذا علمنا هذا العدد وأخذنا خمسة نجد ٣ درجات و ١٥ دقيقة وبطرحه منه يحدث ١٣ وهو عدد الساعات المستوية التي في اليوم المفروض فاذا علم هذا وأريد معرفة مقدار الساعة المستوية بالنسبة الى الساعة الزمانية تضرب الساعة المستوية الواحدة في ١٥ ويقسم الحاصل على عدد درجات الساعة الزمانية وبالعكس لمعرفة مقدار الساعة الزمانية بالنسبة الى الساعة المستوية يقسم عدد درجات الساعة الزمانية على ١٥

والساعات الزمانية المذكورة هي المستعملة عند النجمين الذين يحاولون استنباط الحوادث الدنيوية من الارتباطات الفلكية وفي بعض التأليف العربية مانصه (ويستعمل هذه الساعة الخواص وهم النجمون وأصحاب علم الحرف والروحية) (في تعيين الدائر وفضل الدائر من ارتفاع الشمس لتصحيح الساعات)

اذا كان ارتفاع الشمس شرقيا فالدائر يكون عبارة عن الزمن الذي بين شروق الشمس ووقت الرصد وفضل الدائر هو الزمن الباقي لوقت الزوال واذا كان ارتفاع الشمس غربيا فالدائر يكون عبارة عن الزمن الباقي لوقت الغروب وفضل الدائر هو الزمن الماضي من وقت الزوال

ولاستخراج الدائر يلزم أولا معرفة درجة الشمس وثانيا نصف قوس النهار وثالثا اذا كان الارتفاع شرقيا نضع درجة الشمس على الافق الشرق وتقرأ درجة محيط الحجر الميمنة بالمرى وتحفظ ورابعا تدور العنكبوتة حتى تقع درجة الشمس على المقنطرة الشرقية التي رقعها يساوى ارتفاع الشمس وتقرأ الدرجة الميمنة بالمرى فاذا كان ارتفاع الشمس ثلاثين درجة مثلا تدور العنكبوتة حتى تقع درجة الشمس على المقنطرة الشرقية التي رقعها ٣٠ وتقرأ الدرجة الميمنة بالمرى وخامسا يؤخذ الفرق بين هذا العدد والعدد المحفوظ ويحول الى كمية زمانية لتضم الى وقت شروق الشمس مع طرح ثمانى دقائق للتمكن فيكون الباقي ساعة وقت الرصد وقبل تحويل الفرق المتقدم ذكره الى كمية زمانية اذا طرح من نصف قوس النهار او اذا طرح بعد تحويله اليها من نصف مدة النهار يعلم فضل الدائر

وأما اذا كان ارتفاع الشمس غربيا فهذه العمليات تجري على المقنطرات الغربية وبعد معرفة الدائر يطرح من ١٢ فيكون الباقي ساعة وقت الرصد واذا كانت الساعة المذكورة ساعة زمانية نضع درجة الشمس على مقنطرة الارتفاع

تجىء الدرجة الخامسة عشرة من برج الثور على خط الافق أى على مقنطرتة وتقرأ الدرجة التى يقع عليها مرى الاجزاء (أى مرى العنكبوتة) على محيط الحجره ويحفظ عددها ثم تدور العنكبوتة مرة أخرى حتى تقع الدرجة الخامسة عشرة من برج الثور المتقدم ذكرها على خط المشرق وتقرأ الدرجة التى يقع عليها المرى فالفرق بين هذا العدد والعدد الاول المحفوظ هو نصف الفضلة المطلوب وأما باقى المطلوبات فيجربى حسابها بالكيفية الآتية وهى

نصف قوس النهار = $90 +$ نصف الفضلة ان كانت الشمس فى الجهة الشمالية

ونصف قوس النهار = $90 -$ نصف الفضلة ان كانت الشمس فى الجهة الجنوبية

وقوس النهار = $2 \times$ نصف قوس النهار

وقوس الليل = $24 -$ قوس النهار

ولمعرفة كم ساعة مستوية فى يوم مفروض تقسم درجات قوس النهار على خمسة عشر وهو عدد الدرجات التى تحتوى عليها الساعة الواحدة فالخارج هو عدد الساعات التى يحتوى عليها اليوم المفروض وان بقى باق أقل من خمسة عشر فكل درجة تعتبر ٤ دقائق زمانية واذا طرح عدد الساعات المستوية من ٢٤ ساعة فالباقي هو مدة الليل وحيث ان نهاية الليل بالضرورة هى وقت شروق الشمس فهذه الطريقة يعلم أيضا وقت الشروق المذكور

وكذلك حيث ان منتصف الليل بالنسبة للساعات الغروبية يقابل وقت الزوال الحقيقى فى النهار وهذا الوقت هو وقت الظهر فيعلم هو أيضا ولمعرفة كم درجة فى الساعة الزمانية تقسم درجات قوس النهار أو قوس الليل على اثنتى عشرة فالخارج يدل على عدد درجات الساعة الواحدة من الليل أو النهار

(فى تحويل الساعات المستوية الى ساعات زمانية وعكسه)

اذا علم عدد الساعات المستوية فى يوم وأريد معرفة عدد درجات الساعة الزمانية فى ذلك اليوم يضم الى عدد الساعات المستوية ربعها فيكون المجموع عدد درجات الساعة الزمانية الواحدة وبالعكس اذا علمت درجات الساعة الزمانية بطرح خمسها منها فيكون الباقي عدد الساعات المستوية التى فى اليوم المفروض مثال ذلك اذا كان عدد الساعات المستوية فى يوم مفروض يساوى ١٣ فبأخذ ربعه وهو ٣ ساعات و ١٥ دقيقة وضمه اليه يحدث ١٦ درجه و ١٥ دقيقة وهى عدد درجات الساعة الزمانية الواحدة فى ذلك

اليوم

وإذا كان العرض مجهولا وأريد تعيينه يلزم تعيين ميل الشمس بطريقة أخرى اما من التقويمات واما بواسطة خط الميل المرسوم على الاسطرلاب فيحدث اذا كان الميل شماليا

تمام العرض = غاية الارتفاع - الميل

وان كان الميل جنوبيا

تمام العرض = غاية الارتفاع + الميل

وإذا علم عرض البلد وميل الشمس في يوم مفروض وأريد معرفة غاية الارتفاع من غير رصد يكون

غاية الارتفاع = تمام العرض + الميل ان كان الميل شماليا

وغاية الارتفاع = تمام العرض - الميل ان كان الميل جنوبيا

وإذا كان العرض معلوما ووجد في الاسطرلاب صفحة لهذا العرض تؤخذ غاية الارتفاع ويبحث عن المقنطرة الصاعدة (١) مع خط وسط السماء زاوية مساوية للارتفاع المذكور فبعد هذه المقنطرة من مدار الاعتدال يكون مساويا لميل الشمس وهذا البعد ان كان من جهة مدار الجدى يدل على ان الميل جنوبى وان كان من الجهة الاخرى داخل الآلة يدل على انه شمالى

(في تعيين نصف النضلة ونصف قوس النهار وقوس الليل والساعات المستوية)
(لليل والنهار ووقت شروق الشمس ووقت الظهر ودرجات الساعات الزمانية)

اعلم ان نصف الفضلة هي نصف الفرق بين مدة النهار واثنى عشرة ساعة ويسمى أيضا بنصف التعديل وله نهايتان عظمى وصغرى فالصغرى صفر وتكون وقت وجود الشمس في الاعتدالين والعظمى تختلف باختلاف العروض وتكون وقت وجود الشمس في الانقلابين

ولمعرفة نصف الفضلة ينبغي أولا معرفة درجة الشمس اما بالتقويمات أو بالطريقة المبينة في مادتي (١٢٤) و (١٣٤) أى بواسطة دائرة البروج وأقسام الشهور التي على وجه الاسطرلاب والدرجة التي تقابل درجة الشمس على ١٨٠ تسمى بجزء النظير مثال ذلك درجة الشمس في يوم ثلاثة وعشرين من شهر نيسان خمس عشرة من برج الثور فجزء النظير يكون درجة خمس عشرة من برج العقرب

إذا علمت ذلك فكيفية معرفة نصف الفضلة لليوم المذكور ان ندير العنكبوتة حتى

(١) ان أكثر الاسطرلابات لم تكن تامة بل هي ثلثية أو سدسية فلذلك يلزم تعيين مقنطرة الدرجة المطلوبة على وجه التحمين بالنسبة الى المقنطرة المجاورة لها ٨١

وقد قالت الاعلام اياك والاسى فإلا فيسه الحظ لابد يحصل
 فيارب أحسن للجميع نهاية ويسر عسيرا اذ عليك المعول
 وبمقارنة هذا الاسطرلاب بالذى شرحناه أولا يرى ان حجم هذا أعظم من حجم الاول
 فكان يلزم أن تكون رسومه أصح من رسوم الآخر ولكننا نرى الآخر مع صغر حجمه
 اضبط من هذا

(في بعض ايضاحات اجمالية تتعلق بكيفية استعمال الاسطرلاب

وحل بعض المسائل)

(١٤٧) اذا اريد أخذ ارتفاع الشمس عن سطح الافق يمسك الاسطرلاب باليد من
 حلقتيه بحيث يكون حرفه متبها نحو الشمس ثم تحرك العضادة التي على ظهره بحيث
 ان الاشعة المارة بشقب احدى هدفتيها تمر بالهدفة الاخرى ويقرأ على محيط الاسطرلاب
 درجة الارتفاع المطلوب فوق خط المشرق والمغرب
 وكذلك اذا اريد معرفة ارتفاع الكواكب أو الاشباح العالية كالقلاع والمنارات يمسك
 الاسطرلاب بالكيفية المذكورة وتحرك العضادة حتى يمكن للراصد أن يرى من هدفتيها
 الكوكب أو الشئ المراد أخذ ارتفاعه
 واذا لم يعرف الراصد هل ارتفاع الكوكب شرق أو غرب فعليه أن يعيد العملية بعد
 برهة فان كان الارتفاع متزايدا فشرق والا فغربي

(في معرفة غاية ارتفاع الشمس)

من المعلوم ان الشمس في حركتها اليومية تتصاعد رويدا رويدا الى وقت الزوال ثم
 تأخذ في التنازل ففي لحظة تغير حركتها من التصاعد الى التنازل تكون في غاية ارتفاعها
 ولتعيين هذا الوقت يلزم توجيه العضادة نحو الشمس قبل الزوال ببرهة وتحريكها بعد
 ذلك بحيث ان أشعة الشمس تبقى مارة بهدفتيها حينئذ تأخذ الشمس في الهبوط تكون
 العضادة دالة على غاية الارتفاع
 واذا كان عرض البلد معلوما يمكن بواسطة غاية الارتفاع استخراج ميل الشمس في ذلك
 اليوم لانه في الجهات الشمالية

ميل الشمس = غاية الارتفاع - تمام العرض

وفي الجهات الجنوبية

ميل الشمس = تمام العرض - غاية الارتفاع

ومحيط الدائرة التي على ظهر الاسطرلاب منقسم الى ثلثمائة وستين درجة في كل ربع تسعون درجة مبتدئة من طرفي خط المشرق والمغرب ومكتوب عليها حروف أبجدية باعتبار خمس درجات خمس درجات فالحرف (ص) يوجد على الخط الرأسي المار بوسط العزوة ومرسوم على الربع اليساري من الربعين اللذين فوق خط المشرق والمغرب ربع محجب وفي الربع اليميني منهما خطوط الساعات الزمانية الاتفاقية وفي الربعين اللذين تحت الخط المذكور توجد مقاييس المماس وتعام المماس بالنسبة الى قائمة مفروضة تساوي ١٢ ومكتوب عليها (ظل المربع) وتلك المقاييس مبنية بالحروف (ب د ر يب) ثم على قوس الربع اليساري توجد تقاسيم العصر الاتفاقي وعلى قوس الربع اليميني يوجد حساب الظل المبسوط (تمام المماس) للزوايا التي بين ثلاث عشرة درجة ونصف الى تسعين درجة

واجزاء هذا الاسطرلاب كحوره وفرسه وعضادته كلها كاملة لا ينقصها شيء سوى الفلج فلا يوجد فيه واحد ساق العضادة المساوي لنصف القطر مقسوم الى ستين قسما أقساما متساوية مكتوب عليها حروف الجمل (و يب يح ك د ل لو م ب ح ن د س) وهي أرقام تدل على تقاسيم الستين وجيب السام التي سنبينها بعد

وعلى الكرسي من جهة ظهر الاسطرلاب هذه العبارة (عمل مصطفى أيوب سنة ١١١٠) مكتوبة بالقاعدة الاستنبولية وهذا يدل على ان صانعها من أهل دار السعادة القاطنين بجارة أيوب وعلى وجهه بالقرب من الكرسي اسم صاحب هذا الاسطرلاب اذ يقرأ هناك هذه العبارة (صاحبه الحاج محمد موقت بايزيد ولي) ولكنها لا تقرأ الا بصعوبة لانها مسحت قليلا والحاج محمد المذكور كان ميقاني جامع السلطان بايزيد ولي طيب الله ثراه

ثم على حرف أم الاسطرلاب الذي عرضه ١١ ملليمتر تقرأ أبيات تركية العبارة مبتدأة من الكرسي وتنتهي اليه من الجهة الاخرى وهذا تعريبها (بتظم الشاعر اللبيب حفي أفندي ناصف مدرس العلوم العربية بمدرسة الحقوق الخديوية)

توكل على مولاك في كل ساعة فدينك دوما حالها يتبدل
وقوم بالاسطرلاب والربع واصطب لرمية اذ ليس عنهن معدل
ولاتله عن ضبط الزمان بزخرف ونفع الوري فالنفع أولى وأفضل

وعروته وحلقته كلها كاملة ومحيط وجهه منقسم الى ثلثائة وستين درجة مكتوب على كل خمس درجات منها حرف من حروف الجمل يدل على العدد من الشمال الى اليمين بالابتداء من الخط الرأسى النازل من العروة

ويحتوى على ست صفائح قطرها ١١, ٥ سنتيمترا وفي مركز كل منها ثقب بقدر خمس ملليمترات وعلى وجهى كل من هذه الصفائح رسوم فاحدى عشر منها عبارة عن مقنطرات ثلاثية وسموت عشرية مكتوب عليها بحروف الجمل ثم تحت خط المشرق والمغرب موجود خطوط الساعات الزمانية من واحد الى اثني عشر ولكن لا يوجد فيها خطوط العصر والفجر والامساك والصفحة التى عرضها ٤١^٥ رسم عليها خطوط التسيير فى صفحة موضعية وأما الرسم الثانى عشر فهو صفحة آفاقية مرسوم عليها ثمانية وعشرون أفقا والعروض التى على الصفائح الستة المذكورة هى هذه

فى وجهه		فى الوجه الآخر	
دقيقه	درجه	دقيقه	درجه
٤٠	١٣	٣٠	١٤
٣٠	٢١	٠٠	٢٤
٠٠	٣٠	٠٠	٣٢
٠٠	٣٣	٠٠	٣٦
٠٠	٤٠	فى الصفحة الآفاقية	
٠٠	٤١	٠٠	٤٢

ثم على محيط كل صفحة توجد خارجه صغيرة لتبينها فى الحجره وعلى عنكبوته ثلاثون شطية وعلى دائرة الخسوف اثنا عشر برجاً والكواكب المرسومة شطاياها هى هذه

١ عنق الحية	١١ يد الدب	٢١ منقار الغراب
٢ نبر الفسكه	١٢ رجل الدب	٢٢ جناح الغراب
٣ رأس الجوزا	١٣ السمالك الراح	٢٣ السمالك الاعزل
٤ النسر الواقع	١٤ كف الخضب	٢٤ قلب الاسد
٥ ذنب الدلفين	١٥ ذنب الجدى	٢٥ زبانايز نونى
٦ النسر الطائر	١٦ ذنب قيطوس	٢٦ زبانا
٧ الردف	١٧ بطن قيطوس	٢٧ الشعرى الشامية
٨ منكب القرم	١٨ رجل الجوزا	٢٨ منكب الجوزا
٩ رأس الغول	١٩ الشعرى اليمانية	٢٩ عين الثور
١٠ العيوق	٢٠ فرد الشجاع	٣٠ كف الجوزا

ومحيط

أصابع بمعنى ان القائمة المفروضة التي هي مقياس الظل منقسمة الى ١٢ قسما وجعلت الظلال القائمة على خط مواز لوتر الارض والظلال المبسوطة على خط مواز لخط المشرق والمغرب وكل من هذين الخطين منقسم الى اثني عشر قسما أقساما متساوية

وفي الشكل المستطيل الذي فوق خط المشرق والمغرب (قطعة ٣) مكتوبة هذه الجمل (صنع هذا الاسطرلاب محمد بن قنوح الحمايري بمدينة اشبيلية (١) في سنة خيخ للهجرة) أي في سنة ستائة وثلاث عشرة هجرية ثم في حجرة أم الاسطرلاب مرسومة جملة دوائر متحدة المركز كما ترى مثلها في الشكل (٧٩) مقطوعة بخطوط متجهة نحو المركز المذكور فتكونت خانات عديدة فيها حروف بحساب الجمل تبين غرر الاشهر في احدى الخانات توجد هذه العبارة (سنون مفردة بحمية) وهي تختص بتاريخ يزد جرد وفي احدى خانات الدائرة القريبة من المركز توجد هذه العبارة الاخرى (علامة دخول يناير) وهي تدل على أيام دخول كلون الثاني في كل سنة

والالفاظ المكتوبة على هذا الاسطرلاب كلها مكتوبة بحروف كوفية الا ان املاءها بغير املاء أيامنا بجمادى الاول وجمادى الثاني مثلا مكتوبان هكذا بجمادى ١ وجمادى ٢

والامر الذي لا يكاد يفهم في هذه الآلة هو وجود ألفاظ لاتينية على صفحاتها الخامسة وعلى شطاي الكواكب فهل ذلك من فعل صانعها أو ابتدأ ولها ما بين الناس وقعت في أيدي أقوام خلاف العرب فكتبوا عليها تلك الالفاظ ويغلب على الظن ان جميع ذلك صنع فيما بعد وما يؤيده كتابة عروض الصفائح بالارقام العربية تحت كتابتها بالحروف الابجدية وفي تلك الارقام غلط يعرف بالتأمل فيها ويفهم من النظر في حفرها ان صانعها ليس بحكالك ماهر مثل الصانع الاصلى فان من تأمل في هذه الآلة يراها مصنوعة بغاية الدقة والضبط مع أن حجمها صغير جدا

هذا وفي أثناء طبع هذا الكتاب بمصر قد أهداني سعادة يعقوب بإشارتين وكيل ديوان المعارف العمومية بها اسطرلابا جميلا وهذا شرحه

قطر أم الاسطرلاب الخارجى يعادل ١٣,٥ سنتيمترا وقطرها الداخلى ١٢ وكرسيه

(١) اشبيلية مدينة من الاندلس يقال لها اليوم في اسبانيا مدينة (سيه ديل) وسكانها الآن مائة واثنتان وخمسون ألف نفس اه

وليس في هذا الاسطرلاب فلس وعضادته بسيطة يمكن استعمالها على ظهره وعلى العنكبوتية وهي منصرفة الشكل وفي طرفيها هدفتان فيهما ثقبان متقابلان ولا يوجد في هذه الآلة خطوط الساعات الزمانية الاقافية كما في غيرها ومحيط الدائرة الخارجية التي في ظهره منقسم الى ثلثمائة وستين درجة تبتدئ بالصفر في النصف الذي جهة الكرسي من خط المشرق والمغرب وعليها حروف الجمل خمس درجات خمس درجات فيوجد في وسط الكرسي الحرف (ص) الدال على ٩٠ ويرى على محيطي الربعين الاسفلين أقواس منقسمة الى أربع وخمسين درجة وعليها كتابة لطول عهدها لا يمكن قراءتها فلا يعلم كيفية استعمال تلك الخطوط

ثم محيط الدائرة المنقسم الى ٣٦٠ منقسم أيضا الى اثني عشر قسما مكتوب عليها أسماء البروج (الحمل والنور والجوزاء والسرطان والاسد والسنبلة والميزان والعقرب والقوس والجدي والدلو والحوث) وعلى كل خمس درجات حرف من الحروف الابجدية ثم داخل هذه الدائرة مرسوم دائرة أخرى منقسمة الى ثلثمائة وخمس وستين قسما أقساما متساوية مكتوب على احدى وثلاثين قسما منها كلمة مارس وعلى الثلاثين التالية ابريل وعلى الاحدى والثلاثين التي بعدها مايو وعلى الثلاثين التي تليها يونيو وعلى الاحدى والثلاثين التي بعدها يوليو ثم على الاحدى والثلاثين التالية أغسطس وعلى الثلاثين التي بعدها سبتمبر وعلى الاحدى والثلاثين التي بعدها أكتوبر وعلى الثلاثين التالية لها نوفمبر وعلى الاحدى والثلاثين التي بعدها ديسمبر وعلى الاحدى والثلاثين التي بعدها يناير وعلى الثمانية والعشرين التي بعدها فبراير وهي أسماء الشهور

وعلى كل خمسة تقسيمات من هذه التقاسيم عدد بالحروف الابجدية وابتداء شهر مارس يقابل الدرجة ٢٧ من برج الحوت وابتداء ابريل يقابل الدرجة ١٨ من الحمل وابتداء مايو يقابل الدرجة ١٧ من الثور وابتداء يونيو درجة ١٦ من الجوزاء وابتداء يوليو درجة ١٥ من السرطان وابتداء أغسطس درجة ١٤ من الاسد وابتداء سبتمبر درجة ١٤ من السنبلة وابتداء أكتوبر درجة ١٤ من الميزان وابتداء نوفمبر درجة ١٥ من العقرب وابتداء ديسمبر درجة ١٥ من القوس وابتداء يناير درجة ١٧ من الجدي وابتداء فبراير درجة ١٩ من الدلو

ورسم في المربعين اللذين تحت خط المشرق والمغرب الاعداد الظلية وهي منقسمة الى

مصنوع على حائط ام الاسطرلاب وتمنع تحريك الصفائح المذكورة ويوجد في مركز كل صفحة ثقب قطره ثلاثة ملائمتان

ثم دائرة البروج التي على العنكبوتة مقسومة الى اثني عشر قسما كل قسم منقسم الى خمسة أقسام فدرجات البروج الاثني عشر تكون سدسية وبدلا من أسماء البروج وضعت العلامات التي ذكرناها في المادة (٨٠) وأما شظايا الكواكب فعددتها أربع وعشرون مكتوب عليها أسماء الصور السماوية باللغة اللاتينية وبجانبها حروف يونانيا دالة على أربعة وعشرين كوكبا وهي المينة في هذا الجدول

١	بطن القيطوس	٢	Ceti.
٢	رأس الغول	β	Persei.
٣	العيوق	α	Aurigæ.
٤	الدبران (عين الثور)	α	Taurie.
٥	رجل الجوزا	β	Orionis.
٦	الشعر العبور	α	Canis majoris.
٧	يد الدب (الأكبر)	ι	Ursæ majoris.
٨	الشجاع	α	Hydræ.
٩	ركبة الدب	ψ	Ursæ majoris.
١٠	جناح الغراب	γ	Corvi.
١١	السماك الاعزل	α	Virginis.
١٢	نعش	η	Ursæ majoris.
١٣	السماك الرايح	α	Beetis.
١٤	عنق الحية	α	Serpenti.
١٥	النير من الفك	α	Caronæ.
١٦	رأس الحوا	α	Ophiuchi.
١٧	النسر الواقع	α	Lyræ.
١٨	النسر الطائر	α	Aquilæ.
١٩	الدلفين	ε	Delphini.
٢٠	الردف	α	Cygni.
٢١	منكب الفرس	β	Pegasi.
٢٢	الكف	β	Cassiopejæ.
٢٣	ذنب القيطوس (الشمالى)	ι	Ceti.
٢٤	ذنب الجدى	α	Capricorni.

والفجر ولا يوجد عليها سائر أنواع الاقواس كخط العصر وجميع هذه الرسوم مكتوب عليها بالكوفي الاندلسي الا أنه يرى انه في أثناء تداول هذه الآلة في أياد مختلفة وضع عليها غلطا أرقام لم تكن بخط صانعها وهي أرقام دالة على عرض كل صفحة مع ان أصلها مكتوب بالحروف الابجدية
(في بيان عروض الصفائح المذكورة)

المينة بالحروف الكوفية الأصلية				المينة بالأرقام العادية غلطا			
في أحد الوجهين		في الوجه الآخر		في أحد الوجهين		في الوجه الآخر	
درجه	دقيقه	درجه	دقيقه	درجه	دقيقه	درجه	دقيقه
ك	٢٥	كا	٢١	٢٤	٠٠	٢٠	٠٠
ل	٣٧	لج	٣٣	٣٦	٠٠	٣٤	٠٠
لد	٣٤	لح	٣٨	٣٣	٠٠	٣٧	٠٠
لا	٣١	له	٣٥	٢٨	٠٠	٣٦	٠٠

وجميع خطوط السموت مكتوب عليها بالخط الكوفي هذه الحروف (ك ل . ص) وعلى المقنطرات هذه الحروف (وبب ح . ص) وبيان الساعات الزمانية البلدية هذه الحروف (ا ب ح د هـ . ص) وفي خانات هذه الساعات هذه الكلمات أولى وثانية وثالثة ورابعة وخامسة وسادسة وسابعة وثامنة وتسعة وعاشرة وحادية وثانية ومعنى هاتين الكلمتين حادية عشرة وثانية عشرة وانما كتبت كذلك للاختصار وأما الصفحة الخامسة فالرسوم التي عليها لم تكن الا على أحد وجهيها ومكتوب عليها بالحروف اللاتينية من غير كتابة عربية وعرضها ثمان وأربعون درجة واثنان وعشرون دقيقة وكتابتهما هكذا (E.P. 48.22) وليست هذه الصفحة توضع بسهولة في أم الاسطرلاب كسائر الصفائح فلا بد أن تكون هذه الآلة جعلت أولا بأربع صفائح فقط ثم زيد عليها هذه الصفحة الخامسة وأما الرسوم التي على هذه الصفحة فهي السموت العشرة والمقنطرات السدسية وخط الفجر والشفق تحت الافق وخط وسط السماء ووتر الارض وخط المشرق والمغرب ومناظر الدوائر العظمى المارة بقطبي الافق وقاسمة خط الاستواء الى اثني عشر قسما أقساما متساوية مينة بالأرقام الرومية

XII XI X IX VIII VII VI V IV III II I

وأما السموت والمقنطرات مينة بالأرقام الاعتيادية هذا ويوجد على محيط جميع الصفائح الخمس المذكورة خارجه صغيرة لتدخل في حرف

وأما خط الساعة السادسة فلرسمه ينصف البعد (ب د) ويرسم عليه نصف دائرة هو الخط المذكور

وكيفية استعمال هذه الخطوط ان يبحث ابتداء عن غاية ارتفاع الشمس في اليوم الذي يفرض ثم يوضع مرى العضادة على هذا الارتفاع وتعين نقطة تقاطع خط الترتيب بخط الساعة (٦) فالقوس الذي يفرض رسمه من المركز (ب) بنصف قطريساوى البعد بين هذا المركز ونقطة التقاطع المتقدم ذكرها يكون مسقطا لمدار الشمس المقابل لليوم المفروض وعلى ذلك متى أريد معرفة الوقت الذى تكون فيه الشمس على ارتفاع معلوم يؤخذ هذا الارتفاع على القوس المذكور ويبحث عن خط الساعة المقابل له فيعلم ذلك الوقت

(في بيان ربع المجيب الذى على ظهر الاسطرلاب)

(١٤٥) ان علماء العرب رسموا الخطوط الجيبية على أحد الأرباع التى في ظهر الاسطرلاب وسموه ربع المجيب ولما كان مبحث رسم هذا الربع وكيفية استعماله من المباحث الدقيقة ولا سيما انه كان ولا يزال يستعمل آلة مستقلة عن الاسطرلاب في البلاد الاسلامية على قطع من الخشب أو النحاس رأينا ان نضرب عن ذكره هنا صفحا ونفرد الكلام عليه مع الاستيفاء في القسم الثانى

(في بيان الاسطرلابين المرسومين في اشكالنا)

(١٤٦) ان الرسوم التى ترى في الاشكال (٦٤ و ٦٥ و ٦٦) هي رسوم خمس قطع من الاسطرلاب المحفوظ بمكتب المهندسخانة الهمايونية فأتم الاسطرلاب قطرها الخارجى يساوى ٨٥ ملليمتر وقطرها الداخلى المساوى لقطر الألواح يعادل ٧٤ ملليمتر وعليها الكرسي والعروة والحلقة ومحيطها مقسوم الى ٣٦٠ مبتدأة بالصفير من طرف خط المشرق والمغرب ويمر خط وسط السماء أى وتد الأرض بالدرجة ٩٠ ثم على كل خمس عشرة درجة من المحيط المذكور بالابتداء من الخط الخارج بوسط الكرسي ومركز الآلة توضع أرقام الساعات فالرقم ١٢ يقابل ١٨٠ وبعد الساعة (١٢) يتبدأ ثانيا بالساعة واحدة في نصف الدائرة الآخر حتى يوضع الرقم ١٢ على الخط الخارج بوسط الكرسي وهذه الأعداد مكتوبة بالأرقام المستعملة الآن في أوروبا والتي أصلها الأرقام العربية

وصفائح الاسطرلاب المذكور خمسة منها أربعة مرسوم على وجهيها المقنطرات السدسية والسموت العشرية والقطران المتقاطعان وخطوط الساعات الزمانية البلدية

ثلاثة بروج وهي الحمل والثور والجوزاء ثم يرسم قوس مواز لذلك المحيط ويوضع عليه اشارات للدلالة على درجات الميل وهي ثلاث وعشرون درجة وثمان وعشرون دقيقة فكل اشارة منها تدل على درجة من درجات ميل الشمس وتوضع أرقام هذه الاشارات بحيث انها تبتدئ مع ابتداء برج الحمل وتنتهى مع برج الجوزاء فإذا اريد معرفة ميل الشمس عند ما تكون على درجة معلومة من برج الحمل مثلا يبحث عن هذه الدرجة على محيط الربع ويقرأ بهذاها على القوس المتقدم ذكره عدد درجات الميل المطلوب

ومن حيث ان ميل الشمس في أى فصل من الفصول الاربعة يوجد ما يساويه في الفصول الاخرى فمن الممكن الاكتفاء برسم البروج الثلاثة التى تقدم ذكرها وبيان باقيها عليها ولكن يعكس ترتيبها ثلاثة ثلاثة بمعنى اننا لو رتبنا الحمل والثور والجوزاء من اليسار الى اليمين فعكس عليها ترتيب السرطان والاسد والسنبلة فيقع السرطان منعكسا على الجوزاء والاسد على الثور والسنبلة على الحمل ثم نبتدئ ثانيا بالميزان والعقرب والقوس فيقع الاول على السنبلة والحمل والثاني على الاسد والثور والثالث على السرطان والجوزاء ثم نعكس الترتيب لبيان الجدى والدلو والحوت ونكون قد جمعنا كل أربعة بروج في موضع واحد فبواسطة هذا الشكل يمكن استخراج ميل الشمس متى علم البرج التى هى فيه والدرجة الحالة بها منه

(فى كيفية رسم الساعات الزمانية الآفاقية)

(١٤٤) الساعات الزمانية الآفاقية هى ساعات لا تختص بعرض واحد بل يمكن استعمالها فى أى عرض كان وعلماء العرب رسموا هذه الساعات بالكيفية الآتية وهي ان يقسم محيط الربع (ح د) شكل (٧٨) الى ستة أقسام متساوية ويوضع عليها الارقام (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦) لتدل على الساعات ثم تؤخذ فتحة بالبركار حينما اتفقت ويرسم قوسان من نقطتي (ب) و (١) فيتقاطعان فى نقطة (و) وتؤخذ فتحة أخرى مساوية للاولى ويرسم القوسان المتقاطعان فى (م) ويوصل (و م) بخط مستقيم يمتد الى ان يقطع (ب د) فى نقطة (ح) فتجعل هذه النقطة مركزا ويرسم القوس (ب ١) ثم على هذا المنوال ترسم الاقواس (ب ٢ ، ب ٣ ، و ب ٥) فتكون هى خطوط الساعة الاولى والثانية وهكذا الى الخامسة

واما

(تمام مماس ٣٧) = ١ - ٠,٣٢٧ = تمام مماس (غا)

وقوسه = ٧١° ٥٤' وهو غاية الارتفاع المطلوبة

ويمكن اجراء هذه العملية بواسطة الاعداد الظلية المكتوبة على الاسطرلاب أيضا ولكن حيث ان القائمة المفروضة تعادل ١٢ فيلزم تبديل الكمية (تمام مماس ع - ١) بهذه (تمام مماس ع - ١٢)

وقد طبقنا الطريقة المتقدم ذكرها لحساب العصر الاول الآفاق والعصر الثاني وحرزنا لهما جدول (١٩) و (٢٠) الموجودين في آخر الكتاب وأما الشكل الذي يمكن رسمه على الاسطرلاب فطريقه أن يرسم قوسان على حرف أحد ارباع الاسطرلاب (شكل ٧٧) ثم يقسم أحدهما الى تسعين درجة ويبحث في الجدول الذي في آخر الكتاب عن ارتفاعات الشمس المقابلة لتلك التقاسيم وتكتب أرقامها من الصفرا الى ٥٤ على القوس الآخر وكذلك اذا رسم قوسان آخران للعصر الثاني كما ترى في الشكل ووضع على أحدهما عدد الدرجات وعلى الآخر عدد الارتفاعات المبينة في الجدول يتم المرغوب

ومن ذلك يعلم اتنا اذا أردنا أن نعرف عند أى درجة يدخل وقت العصر الاول أو الثاني بالنسبة لآى عرض وفي أى يوم يلزم البحث أولا عن غاية ارتفاع الشمس في ذلك اليوم ثم نوضع العضادة على العدد المذكور نخط ترتيبها يلاقى كلامن خط العصر الاول وخط العصر الثاني في نقطتين تدلان على ارتفاع الشمس المقابل لكل منهما وأما كيفية معرفة غاية الارتفاع فتتعلق بمعرفة ميل الشمس وعرض البلد وقد ذكرنا في عدة محلات من هذا الكتاب ما يختص بتعيين العرض فلا حاجة للتكرار هنا ولتسكلم الآن على كيفية تعيين ميل الشمس

(في ميل الشمس)

(١٤٣) لا يخفى ان ميل الشمس في أول برج الحمل يكون في نهايته الصغرى وبعادل صفرا وفي أول برج السرطان يكون في نهايته العظمى وبعادل ثلاثا وعشرين درجة وثمانيا وعشرين دقيقة وكان بعض علماء العرب يرسمون في أحد الارباع التى على ظهر الاسطرلاب شكلا يعرف منه ميل الشمس في أى يوم كان وطريق ذلك ان يقسم محيط الربع المذكور الى ثلاثة أقسام في كل قسم ثلاثون درجة ونفرض هذه الاقسام

تمام مماس (غا) = γ

وأذن الظل المقابل للعصر الاول = $\gamma + \gamma = \text{هـ}$ $\gamma + \gamma = \text{م}$ $\gamma + \gamma = \text{و}$ $\gamma + \gamma = \text{ز}$ أي ان الزاوية (هـ م و) تدل على ارتفاع الشمس وقت العصر الاول وترمز لها بالحرف (ع) فلنا

تمام مماس (ع) = $\gamma + \gamma$

تمام مماس (ع) = تمام مماس (غا) + ١

تمام مماس (غا) = تمام مماس (ع) - ١

وهذه المعادلة الاخيرة تدل على الارتباط الذي بين الكميتين (غا) و (ع) فإذا بدلنا فيها (ع) وهي الارتفاع المقابل للعصر بالمقادير التي بين درجة واحدة وخمس وأربعين درجة يمكن استخراج مقادير غاية الارتفاع (غا) المقابلة لتلك المقادير

(مثال ذلك)

لنفرض ان (ع) = 37° أعني ان ارتفاع الشمس يعادل سبعة وثلاثين درجة وهو وقت دخول العصر ولنبحث عن غاية ارتفاعها في ذلك اليوم فنقول

$$\text{لونا تمام مماس } 37^{\circ} = 0.1228806$$

$$\text{فعدده} = 0.32709$$

$$1 -$$

$$(\text{تمام مماس ع}) - 1 = 0.32709 = \text{تمام مماس (غا)}$$

$$\text{لونا } 0.32709 = 1.0146673$$

$$10$$

$$\text{لونا تمام مماس (غا)} = 9.0146673$$

وقوسه = $54^{\circ} 17'$ وهو غاية الارتفاع في اليوم المقروض

كما اننا حللنا هذه المعادلة بواسطة الجداول اللوغاريتمية فإذا وجد جدول يبين مماس الزوايا وتمام مماسها على فرض ان نصف القطر يساوي واحدا يمكن استعماله بسهولة العمل فانا نجد

$$\text{تمام مماس } 37^{\circ} = 0.327$$

$$1 -$$

(تمام)

وهو مماس السبعين درجة مضروباً في ١٢ أى الظل المبسوط للزاوية المساوية لسبعين درجة المرسومة على آلة قامتها المفروضة تعادل ١٢ أعنى

$$\text{ظل } (٧٠)^\circ \text{ المبسوط} = \frac{(١٢)^2}{٤,٣٧} = ٣٢,٩٦$$

وبعكس هذه المعادلات ترى صحة عملية استخراج الزاوية متى علم ظلها

(في العصر الآفاقي وكيفية رسمه)

(١٤٢) المراد من ذلك ان يرسم شكل على الآلات الرصدية لمعرفة درجة الارتفاع التي تكون عليها الشمس وقت دخول العصر بالنسبة لآى أفق كان أى مهما كان عرض البلاد وقد قلنا في المادة (٨٩) ان العصر الاول يدخل متى صار ظل الجسم القائم مساوياً لظله وقت الزوال مضافاً إليه طول ذلك الجسم ويدخل العصر الثانى متى كان الظل المذكور مساوياً للظل الزوالى مضافاً إليه ضعف طول الجسم المفروض وظل أى جسم وقت الزوال يتعلق بغاية ارتفاع الشمس وهى متغيرة فى الايام المختلفة وفى البلاد المختلفة كما لا يخفى ولكن من الواضح ان لغاية الارتفاع المذكور بالنسبة لجميع البلاد نهاية عظمية ونهاية صغرى فالنهاية العظمى هى ٩٠ درجة والنهاية الصغرى صفر والنهاية العظمى تكون فى البلاد التى تصل الشمس الى سمت رأسها والنهاية الصغرى تكون فى البلاد التى فيها الليل أربع وعشرون ساعة فأزيد لان الشمس هناك تكون على سطح الافق أو تحته فى تلك المدة فغاية ارتفاعها يكون صفراً

وفى حالة ما تكون غاية ارتفاع الشمس مساوية لتسعين درجة فالظل الزوالى يكون صفراً والعصر الاول يدخل فى ذلك اليوم وقتما يكون ظل الجسم مساوياً لطوله وحيث انه لا يتيسر ذلك الا اذا كانت الشمس على ٤٥° فوق وقت العصر يكون منحصرأ أيضاً بين نهايتين أعظمهما حينما تكون غاية ارتفاع الشمس ٤٥° وأصغرهما حينما تكون صفراً وما بين هاتين النهايتين يتغير الوقت المذكور تبعاً لتغير غاية ارتفاع الشمس فتكون غاية الارتفاع دالة ووقت العصر مدلولاً وحينئذ يمكن رسم العصر الآفاقي على آلة رصدية لانا لو فرضنا غاية الارتفاع مساوية للزاوية (ه ب >) شكل (٧٦) ولرسم لها بالحرف (غا) وفرضنا الشاخص القائم (ه >) مساوياً للواحد يكون

واذا زاد الظل المعلوم عن ١٢ يقسم مربع القامة وهو ١٤٤ على الظل المفروض فان كان هذا الظل مبسوطا يدل الخارج على الظل المنكوس وان كان الظل المفروض منكوسا دل الخارج على الظل المبسوط وحيث الخارج المذكور لابد ان يكون أقل من ١٢ فالزاوية تستخرج بالعضادة كما تقدم مثاله
فلنا انه اذا قسم مربع القامة على ظل زاوية يكون الخارج ظلها الآخر فلبرهنة على ذلك يقال لنا في الشكل (٧٥)

$$\frac{c}{s} = ٧٠^\circ \text{ تمام مماس}$$

$$\frac{s}{c} = ٧٠^\circ \text{ و مماس}$$

$$\text{أو } c = ٧٠^\circ \text{ تمام مماس } s$$

وبضرب طرفي الاولى في c يكون

$$\frac{c \times c}{s} = ٧٠^\circ \text{ تمام مماس } c$$

وبتبديل s بمقدارها السابق يكون

$$\frac{c \times c}{٧٠^\circ \text{ تمام مماس } c} = ٧٠^\circ \text{ تمام مماس } c$$

ومنها

$$\frac{c \times c}{٧٠^\circ \text{ تمام مماس } c} = ٧٠^\circ \text{ تمام مماس } c$$

وهو ما أردنا اثباته

وحيث ان (c) هي القامة المفروضة وتعادل ١٢ فتبديل (c) بهذا العدد تصير المعادلة الاخيرة

$$\frac{c^2(12)}{٧٠^\circ \text{ تمام مماس } 12} = ٧٠^\circ \text{ تمام مماس } 12$$

ولكن وجدنا بالاسطرلاب ان

$$٤,٣٧ = ٧٠^\circ \text{ تمام مماس } 12$$

فلنا ان

$$\frac{c^2(12)}{٤,٣٧} = ٧٠^\circ \text{ تمام مماس } 12$$

المقابل لثلاثين درجة بحسابه من النقطة (ع) نخط ترتيبها بقطع خط الظل المنكوس أوقوسه على القسم سبعة الا شيأ قليلا أى على العدد ٩٣,٦ تقريبا ويكون ظل الثلاثين درجة المنكوس أى مماس $30^\circ = 93,6$ وكذلك اذا اريد معرفة تمام مماس القوس سبعين درجة نوضع العضادة على طرف هذا القوس ويرى ان ظله المبسوط أقل من أربع درجات ونصف ويكون تمام مماس $70^\circ = 37,4$ تقريبا

حيث ان الظلال المذكورة حسبت بفرض ان القائمة أى نصف القطر يعادل ١٢ فاذا قسمت على هذا العدد ١٢ تكون قد نسبت الى نصف قطر يعادل واحدا وتحديث الاعداد التى توجد عادة فى جداول المماس وتمام المماس

ويظهر مما تقدم انه لا يمكن بواسطة هذه الآلة استخراج الظل المنكوس للزوايا الزائدة عن خمس وأربعين درجة ولا الظل المبسوط للزوايا التى تنقص عن خمس وأربعين درجة مثلا اذا أريد معرفة الظل المبسوط للزاوية عشرين درجة أو الظل المنكوس للزاوية سبعين درجة فلا يتيسر استخراجهما مباشرة بهذه الآلة ولكن يمكن بالطريقة الآتية استخراجهما وهى الطريقة التى كانت تستعمل عند العرب وهى

اذا أريد معرفة الظل المنكوس للزاوية المساوية استين درجة مثلا يبحث أولا عن ظلها المبسوط فيوجد كما مر ٣٧,٤ ثم يربع طول القائمة ويقسم على العدد المذكور ٣٧,٤ فيكون الخارج هو الظل المنكوس المطلوب أى

$$32,96 = \frac{12 \times 12}{37,4} \text{ وهو الظل المنكوس}$$

وكذلك اذا أريد معرفة الظل المبسوط للزاوية المساوية لعشرين درجة مثلا يقال حيث ان تمام العشرين درجة هو سبعون فظل السبعين درجة المنكوس يكون ظل العشرين درجة المبسوط وهو المطلوب وعلى هذا المتوال يمكن استخراج ظلال الزوايا التى يتعذر معرفتها مباشرة من الاسطرلاب

وبعكس ما تقدم اذا علم الظل يمكن معرفة الزاوية المقابلة له ولأجل ذلك نوضع العضادة على رقم الظل المفروض نخط ترتيبها يمين الزاوية المطلوبة مثال ذلك اذا أريد معرفة الزاوية التى ظلها المنكوس يساوى ٩٣,٦ نوضع العضادة على هذا العدد ونقرأ عدد درجات الزاوية المطلوبة بالقرب من المرمى

ومتى كانت درجة الشمس خمسا وأربعين يكون كل من الظلين مساويا لطول الشاخص المقروض وأما اذا كانت في درجات اخرى فيختلف كل واحد منهما عن طول الشاخص ولاستخراج طول الظل بواسطة الآلات فرضوا للشاخص طولاً معيناً سموه قامة الظل أو القامة المقروضة

وتقدير القامة المقروضة أما على نفس الآلة وأما في ذهن الحساب وتنقسم الى اثني عشر قسماً أقساماً متساوية يسمى كل قسم منها أصبعا أو الى سبعة أو ستة أقسام وثلاث يسمى كل واحد منها قدماً أو الى ستين قسماً تسمى أجزاء وفي أكثر الآلات يوجد هذا التقسيم الى ستين اهـ

ولنكتف بهذه الايضاحات ونبحث الآن عن كيفية رسم الظلال على أحد ارباع الاسطرلاب كما تقدم ذكره في المادة (١٣٤) فنقول

يمكن (م ع ن) شكل (٧٤) ربعاً من الاسطرلاب ولنقسم محيطه (ع ن) الى ٩٠ ونصل الدرجة الخامسة والاربعين الى المركز (م) بالمستقيم (ل م) ثم نرسم المماس (ع ل) فيكون ل ع = م فاذا فرضنا انقسام القامة الى اثني عشر قسماً أقساماً متساوية ووصلنا كل قسم منها الى المركز (م) بخطوط مستقيمة تلاقى المحيط في نقط نكتب على كل واحدة منها الرقم المقابل لها ويدل كل رقم على طول العمود أى الظل المنكوس المقابل لدرجة القوس التي في حذاء ذلك الرقم على فرض ان نصف القطر يساوى ١٢ كما تقدم ذكره واذا قسم كل قسم من تلك الاقسام الى خمسة أقسام متساوية تحدث الاجزاء ويكون نصف القطر مساويا لستين وكذلك العمود واذا اجريت هذه العمليات على النصف الآخر لمحيط الربع نجد الظل المبسوط

ويمكن أيضاً اجراء هذه الرسوم على مربع حيثما اتفق مثل (ص ص م) فيقسم كل من الضلع (ص ص) والضلع (س ص) الى اثني عشر قسماً أقساماً متساوية ويكتب على نقط التقاسيم الحروف (ا ب ج د هـ و ز ح ط ي ك ل م ن) فالضلع الاول بين الظل المنكوس والثاني الظل المبسوط وأعداد الظل المرسومة على الاسطرلاب تكون تارة على الهيئة الاولى أى على محيط الربع وتارة على الهيئة الثانية أى على ضلعى المربع وفى كلتا الحالتين يمكن بواسطتها تعيين مماس الزوايا من الصفر الى خمس واربعين درجة وتعام مماس الزوايا من خمس وأربعين الى تسعين درجة

فاذا اريد معرفة مماس الارتفاع أى الزاوية الثلاثين نضع العضادة على طرف القوس

فتكون نقطة (م) من ضمن النقط التي يمر بها المحنى (س ط م) وقس على ذلك

ويمكن أيضا اجراء هذه العملية في الربع (د ف) لتعيين المحنى (س ط م) كما تقدم وينفس هذه الطريقة يمكن رسم قوس العصر الثاني (ف م ط س) أو (س ف)

وبالطريقة الثانية يبحث عن ارتفاع الشمس وقت أحد العصرين بالكيفية المشروحة في المادة (٨٩) ثم ترسم المدارات الثلاثة مع غيرها على سطح الصفحة ويؤخذ على كل مدار الارتفاع المقابل له فتحدث نقط عديدة يضم بعضها الى بعض بخط منحني فيكون هو قوس العصر المفروض وبالبحث عن الارتفاعات في وقت العصر الآخر يرسم قوسه بهذه الكيفية أيضا

هذا وأما وقت الظهر الشرعي فهو وقت مرور الشمس بخط الزوال ولكن رأينا ان الاسطرلابات التي صنعت قبل خمسمائة أو ستمائة سنة تحتوي على خط مسمى بخط الظهر يوجد ما بين وتد الارض وخط العصر الاول مع انه كان يلزم وضع هذا الاسم على الوتد المذكور أو على خط وسط السماء كما يفهم ذلك من التعريف اذ لا يفهم لذلك الخط معنى سوى كونه يدل على ان المسافة التي بين وتد الارض وخط العصر الاول تقتصر كلها بصلاة الظهر

(في أعداد الظل وقامة الظل)

(١٤١) ان العرب من قديم الزمان استعملوا الظل المنكوس والظل المبسوط وهما مائسهما اليوم بالماس وتنام المماس وأمكنهم بواسطتهما حل مسائل عديدة وقد أوردوا فيهما تعريفات نفيسة وإيضاحات دقيقة لخصنا منها ما سنذكره وهو انه لا يحدث ظل الوجود جسم فلو فرضنا شاخصا قائما على سطح مستوف فهذا الشاخص يمنع وقوع أشعة الشمس على مقداره من ذلك السطح ويحدث حينئذ ظل يسمى اصطلاحا باسماء مختلفة تبعا لاختلاف وضع الجسم فان كان الشاخص عموديا على سطح الافق فظله عليه يسمى بالظل المبسوط (تمام المماس) وهو يزيد كلما نقص ارتفاع الشمس وينقص كلما زاد الارتفاع واذا وضع الشاخص عموديا على سطح عمودي على الافق فظل الشاخص على هذا السطح العمودي يسمى بالظل المنكوس (المماس) وطوله يزيد بزيادة ارتفاع الشمس وينقص وينقصان ارتفاعها

ان أحدهما يكون تحت الافق الغربي بقدر ١٧° والآخر تحت الافق الشرقى بقدر ١٩°
ويمكن الاكتفاء عن رسمهما برسم قوسيهما المحصورين بين كل من مدار السرطان
ومدار الجدى

هـ- هذا ويمكن رسمهما من فوق الافق أيضا ولكن في هذه الحالة تتغير كيفية
استعمالهما

(في كيفية رسم خطوط العصر وآخر العصر والظهر)

(١٤٠) قد ذكرنا في المادة (١٣٠) خط العصر وخط آخر العصر المرسومين على
صفحة الاسطرلاب بين خطوط الساعات الزمانية البلدية ونقول الآن ان هذين
الخطين يبينان العصر الاول والعصر الثانى اللذين أسلفنا القول فيهما في المادة
(٨٩)

فاذا أريد رسمهما نقول ان لذلك طريقتين احدهما أن يحسب بعد الزوال
الساعات والدقائق التى يدخل فيها كل واحد من الوقتين المذكورين أى يعين فضل
الدائر لكل منهما والاخرى ان يبحث عن ارتفاع الشمس المقابل لكل من هذين
الوقتين

فبالطريقة الاولى المذكورة تحسب أوقات دخول العصر الاول في الايام التى تكون
فيها الشمس على مدار السرطان ومدار الجدى وخط الاستواء مثلا ثم تضرب هذه
الاقوات فى ١٥ لتحويلها الى كميات قوسية فيؤخذ على مدار السرطان القوس
(ص س) شكل (٧٠) مساويا للكمية المقابلة له وعلى مدار الجدى القوس
(ق س) مساويا للكمية المقابلة له وعلى مدار الحمل القوس (ع ط) مساويا للكمية
المقابلة له ثم توصل النقط (س ط س) بخط منحنى يكون هو قوس العصر الاول المطلوب
ويمكن أيضا رسمه فى ربع الدائرة المقابل (ف ف) ولأجل ذلك نأخذ فيه الاقواس
(ص س) و (ق س) و (ع ط) ونرسم المنحنى (ص ط س) فيكون
هو الخط المطلوب ولزيادة الضبط فى رسم هذا المنحنى يستحسن تعيين نقط أخرى سوى
النقط الثلاث (س ط س) أو (ص ط س) ولأجل ذلك نرسم مدارات أخرى
كالمدارات المقابلة لأوائل البروج ويبحث عن وقت العصر فى كل يوم من تلك الايام
ويجرى العمل كما ذكرنا فاذا فرضنا مدار ابتداء برج الدلو أو القوس فى (م م م)
مثلا نأخذ القوس (م م) مساويا للدرجات المقابلة لوقت العصر فى ذلك اليوم

فتكون

ويعلم مما تقدم ان تعيين مدة الشفق مفيد في معرفة وقت صلاة العشاء وهذه الفائدة لا توجد اليوم في تعيين وقت الفجر نعم ان علمه الاسلام كانوا الى القرن السابع أو الثامن من الهجرة النبوية يرسمون على آلاتهم الرصدية كالاسطرلاب وغيره خطوط الفجر وألفوا في ذلك كتباً ورسائل عديدة ولكن كان ذلك مبنيًا على اعتبارهم وقت الامسالك عند ابتداء الفجر ولهذا لم يرسموا على آلاتهم خطوطاً آخر للامسالك ولا شك انهم كانوا مصيبين في هذا الاعتبار كما يظهر من نص الآية الشريفة (وكلوا واشربوا حتى يتبين لكم الخيط الأبيض من الخيط الأسود من الفجر) حيث حدد وقت التناول بتمييز الخيط الأبيض من الخيط الأسود وظاهره انه ليس القصد من ذلك وقت الامسالك بل وقت الفجر أى وقت ظهور أول بياض يعتب ختام الليل وبعبارة أخرى القصد منها صيرورة خط تلاقي الافق الشرقى بسطح السماء أبيض بسبب ظهور الفجر بعد ما كان اسود بسبب ظلام الليل ولكن جرت العادة عند المتأخرين ان يعتبروا وقت الامسالك عند ما تكون الشمس تحت الافق الشرقى بقدر احدى وعشرين درجة ونصف درجة محسوبة على محيط دائرة سمت المحل أى دائرة ارتفاعه وحيث ان الفجر يتسدى في تسع عشرة درجة يكون وقت الامسالك متقدماً عند المتأخرين على وقت الفجر بدرجتين ونصف درجة أى بقدر اثنتى عشرة أو ثلاث عشرة دقيقة زمانية تقريباً وتسمى في اصطلاحهم بالتمكين والقصد منها زيادة الاحتياط في ضبط وقت الامسالك فلهذا السبب متى رسم خط الامسالك على الآلات الرصدية لا يحتاج الامر الى رسم خط الفجر عليها وقد جرينا على ذلك في بسيطة اليد المتقدم ذكرها حيث رسمنا خط الامسالك تحت الافق بقدر احدى وعشرين درجة ونصف درجة ولم نرسم للفجر خطاً مخصوصاً بل اكتفينا بتسمية خط الشفق المرسوم تحت الافق بقدر ثمان عشرة درجة خط الفجر وصلاة العشاء

واذا أراد مرید رسم خط الفجر على الاسطرلاب ولم يكتف برسم خط الشفق فالامر سهل لانه مهما كان المدار اليومي الذي تكون فيه الشمس فاننا اذا رسمنا تحت الافق بقدر سبع عشرة درجة دائرة موازية له فعند وصول الشمس الى هذه الدائرة بعد الغروب يدخل وقت ختام الشفق واذا رسمنا دائرة أخرى على بعد ١٩° من الافق فعند وصول الشمس اليها قبل الشروق يدخل وقت ابتداء الفجر ولرسم الخطين المذكورين يكفي فيه تطبيق الطريقة المذكورة في المادة (١٣٥) لرسمهما على المقنطرات بحيث

و قال المتقدمون يغيب الشفق متى كانت الشمس تحت الافق الغربى بقدر ثمان عشرة درجة وبحسب هذا البعد على الدائرة المارة بالشمس وبقطبي دائرة الافق ويتم الليل فيبتدئ الفجر حينما تكون الشمس تحت الافق الشرقى بقدر ثمان عشرة درجة أيضا وأما المتأخرون فقد اختلفت آراؤهم

و قال أبو الحسن على المراكشي ومن تابعه كابن سمعون والمزى وغيرهما يغيب الشفق متى كانت الشمس تحت الافق الغربى بقدر ست عشرة درجة ويبتدئ الفجر حينما تكون الشمس تحت الافق الشرقى بقدر عشرين درجة

و قال الشيخ الامام الفاضل علاء الدين الشهير بابن الشاطر ومن تبعه كالنصير الطوسي والمؤيد العرضي وابن ربحان البيروني وابن الوفا البيوزجاني وغيرهم من أئمة الرصد والهيئة ان وقت أكثر اللهمان (٢) يكون عندما تكون الشمس في ١٨° ووقت أقل اللهمان (٣) يكون عندما تكون الشمس في ٢٠° وفي الحقيقة يختلف ذلك بالنسبة لمرض المحل وصفاء الهواء وكدورته وكثرة الابخرة وقلتها ووجود القمر وعدم وجوده وضعف بصر الراصد وشدة

و فعلى مذهب المؤسسين لحقائق هذا العلم كالعلماء المتقدم ذكرهم والشيخ شمس الدين بن العتروبي وابن الطاهر يكون مغيب الشفق في ١٨° وظهور الفجر في ١٩° هـ

وقد اطلعنا في بعض الكتب الافرنجية على ان الحازن (٤) استنتج من انكسار الضوء بفرض ظهور الفجر في ١٩° ان ارتفاع الهواء المحيط بالكرة الارضية يعادل اثنين وخمسين ألف قدم

وما تقدم هو رأى المتقدمين في الشفق والفجر وعند بعض أهل هذا العصر ان الشفق يدوم الى الدرجة الثامنة عشرة ولذلك قلنا في رسم البسائط ان الشفق ينتهي حينما تكون الشمس تحت الافق بثمان عشرة درجة فيدخل اذ ذلك وقت صلاة العشاء

(٢) ويقال له وقت الاسفار

(٣) ويقال له وقت الغلس

(٤) الحازن المذكور هو أبو علي الحسن بن الحسين ولد في البصرة وبعد ما كان ذا جاه واعبار عند خليفة مصر مات هجرة سنة ٤٣٢ هجرية وله كتاب في الضوء أوضح فيه مسائل الانكسار باكمل اوضح

غير ثابت في محل واحد فيرى منتقلا من الغرب الى الشرق وفي جهات اخرى يبنى ظاهرا مدة جزء من الليل وتختلف هذه المدة بالنسبة الى انتقال الشمس على مداراتها اليومية والى عروض البلاد

و أما تعلقها بانتقال الشمس فلان الشمس كلما قربت من خط الاستواء تنقص مدة الشفق وكلما بعدت عنه وقربت من أحد الانقلابين تزيد المدة المذكورة وفي البلاد التي عروضها شمالية اذا كانت الشمس على المدارات الشمالية تكون تلك المدة أعظم مما تكون عند ما توجد الشمس على المدارات الجنوبية وعكس ذلك يكون في البلاد التي عروضها جنوبية

و أما تعلق مدة الشفق بعروض البلاد فلانها تكون قصيرة في البلاد التي عروضها صغيرة وطويلة في البلاد التي عروضها عظيمة وأما البلاد التي عرضها صفروهي التي على خط الاستواء فحيث ان الشمس في يوم حركتها على معدل النهار تحتاج الى ساعة وأربع دقائق لتغيب تحت الافق بقدر 16° فاقصر مدة الشفق على سطح الارض تكون هنالك وتساوى حينئذ ساعة وأربع دقائق

و المدة التي بين طلوع الفجر وشرق الشمس هي أعظم من المدة التي بين غروبها ومغيب الشفق لان احمرار الشفق يتدئ عند ما يكون بين الشمس والافق الشرق قوس من دائرة السميت يساوي 16° ولكن هذا الاحمرار لا يظهر الا بعد مغيب البياض الذي يتقدمه وابتداء هذا البياض هو حين وجود الشمس بالقرب من الافق الشرق المذكور بقدر 2° فهذا هو ابتداء الفجر (أي ذلك البياض)

وعلى ذلك اذا كان في بلد غاية ارتفاع درجة الشمس فيه (١) أقل من مقدار الشفق المتقدم ذكره فلا يكون لشفق تلك الليلة انتهاء ولا يوجد اذن جرواذا كان غاية الارتفاع المذكور أقل من المقدار الذي وجد للفجر فلا يكون هنالك ابتداء فجر

وقال شارح الدر المنثور : و الشفق هو الاحمرار الذي يبقى في جهة الافق الغربية بعد غروب الشمس والفجر هو البياض الذي يظهر في آخر الليل في جهة الشرق وهاتان الظاهرتان السماويتان ناشتان عن دخول أشعة الشمس في الابخرة التي تصعد من سطح الارض وقد اختلف العلماء في تعيين مدة كل منهما

(١) القصد من درجة الشمس هو درجة أحد البروج التي تكون عليها الشمس

أما الاسطرلاب المحفوظ بالكتبخانة السلطنة في مهندسة دار السعادة صناعة محمد ابن فتوح في سنة ستمائة وثلاث عشرة وهو الذي بيناه في غمرة ٦٤ و ٦٥ و ٦٦ من أشكالتنا فشبكته مرسوم عليها شطابا أربعة وعشرين كوكبا وأسمائها مكتوبة باللغة اللاتينية

(في رسم خطوط مغيب الشفق والفجر على ألواح المقنطرات)

(١٣٩) يدخل وقت صلاة المغرب عند الأتمة الأربعة رجهم الله حينما تكون الشمس تحت الأفق بعد غروبها بدرجة واحدة ويعلم ذلك بطلوع ظلمة الليل في جهة الشرق أما العشاء فعند الامامين يدخل وقتها بمغيب الشفق الأحمر الذي يعقب غروب الشمس وعند الامام الأعظم بمغيب الشفق الأبيض الذي يلي الشفق الأحمر والتجرب هو وقت ابتداء النهار ويدل على انقضاء الليل وحيث ان تعيين هذه الاوقات من أمور الدين المهمة فلبين آراء علماء الاسلام المتقدمين بالنسبة للخطوط الميمنة لهذه الاوقات فنقول

اتنا قد اطلعنا على كتابين في هذا الموضوع أحدهما كتاب جامع المبادئ والغايات لابي الحسن على الذي ترجمه (الموسيو سه ديالو) الى اللغة الفرنسية والآخر رسالة على الدر المنثور (١) تأليف سه ديالو بن المترجم المذكور قال أبو الحسن مامعناه » الشفق عند الامام مالك والامام الشافعي هو الاحرار الذي يبق جهة الغرب بعد غروب الشمس والفجر هو البياض الذي يظهر قبل شروق الشمس في جهة الافق الشرقية وهذان اللونان ناشتان عن انعكاس أشعة الشمس على الكرة الارضية

» وفي بعض جهات الكرة الارضية يبق الاحرار المذكور ظاهرا مدة الليل ولكنه

(١) هو الدر المنثور في العمل بربع الدستور أقره الامام العالم العلامة أبو عبد الرحمن عبد الله المارديني الشافعي بناء على التماس صاحب دواوين الانشاء بالدبار المصريه ابن اليمن فتاح الدين وقد شرحه الامام العالم العلامة شهاب الدين أحمد بن رجب طنبغا المجدى الشافعي في كتاب يحتوي على ثلثمائة صحيفة واثنين وهو عربي العبارة وقال سه ديالو في رسالته انه موجود في كتبخانة باريس بتمرة ١١٠٣

وكان المارديني المشار اليه سبط اسمه محمد بن محمد بن أحمد وكان ميقا في الجامع الارمني في مصر في سنة ألف ومائة وعشيرة وعشرين ألف كتابا عربييا في ربع الدستور ولكن لا يعلم أهنا التاريخ هو تاريخ التأليف أم تاريخ التبييض فان كان تاريخ التأليف فتاريخ تأليف الدر المنثور يكون سنة ألف وخمسين تقريبا

١	بطن قيطوس	♌	Ceti.
٢	رأس الغول	♍	Persei.
٣	العيوق	♎	Aurigæ.
٤	الدبران (وهوعين الثور)	♏	Tauri.
٥	رجل الجوزا	♐	Orionis.
٦	منكب الجوزا	♑	Orionis.
٧	الشعرى العبور	♒	Canis majoris.
٨	الشعرى النقيصا	♓	Canis minoris.
٩	يد الدب	♑	Ursæ majoris.
١٠	مقدم الذراعين	♒	Canceri.
١١	النيرمن كواكب الشجاع	♓	Hydræ.
١٢	قلب الاسد	♈	Leonis.
١٣	ركبة الدب	♑	Ursæ majoris.
١٤	جناح الغراب	♉	Corvi.
١٥	السماك الاعزل	♍	Virginis.
١٦	نعرش	♊	Ursæ majoris.
١٧	السماك الراح	♌	Bootis.
١٨	عنق الحية	♎	Serpentis.
١٩	قلب العقرب	♏	Scorpi.
٢٠	النيرمن الفكك	♐	Coronæ.
٢١	رأس الحوا	♑	Ophiuchi.
٢٢	النسر الواقع	♒	Lyræ.
٢٣	النسر الطائر	♓	Aquilæ.
٢٤	ذنب الدلفين	♐	Delphini.
٢٥	الردف	♑	Cygni.
٢٦	ذنب الجدى	♒	Capricorni.
٢٧	منكب الفرس	♓	Pegasi.
٢٨	الكف (الخضيب)	♓	Cassiopejæ.
٢٩	ذنب قيطوس (الشمالي)	♑	Ceti.

فبعد رسم دائرة البروج وشطاي الكواكب التي تسمى أيضا مرى الكواكب على صفحة الاسطرلاب بالطرق المتقدمة يلزم اخلاء أجزاء الصفحة التي لم يقع عليها رسوم مع ابقاء خوارج دقيقة تدل أطرافها على شطاي الكواكب وجميع هذه الأجزاء تكون مرتبطا بعضها ببعض فتسمى حينئذ بالعنكبوتة أو الشبكة

هذا ويعلم من جميع ما تقدم ان الرسوم التي يلزم عملها على صفائح الاسطرلاب عبارة عن تسطيح نصف الكرة على سطح معتدل النهار ولكن من حيث ان مدارى الانقلابين ومعتدل النهار تمر بنصف الكرة الآخر فانه يمكن رسم بعض الكواكب التي في المناطق التي تعينها الدوائر المذكورة في النصف المذكور

مثلا عند ما تسطح قطعة الكرة التي على شمال مدار الجدى يمكن رسم الكواكب التي ميولها الجنوبية تكون مساوية لميل الشمس الاعظم

ومن حيث ان الكواكب كثيرة العدد في كل قطعة من الكرة السماوية ولا فائدة في تعيينها كلها فضلا عن عدم امكان ذلك فيتعين انتخاب ما يسهل معرفته منها ويمكن استعماله وقت الحاجة ولا سيما في السياحات البحرية وقد حصر علماء العرب تلك الكواكب في عشرين أو أربعين كوكبا من القدر الاول والثاني ورسموها على الاسطرلاب مع اسم كل منها

ودونك جدول لا يحتوى على أسماء الكواكب المرسومة على عنكبوتة الاسطرلاب المحفوظ بكتبخانة برلين الذي شرحه وويكه في رسالة المائة العبارة

على درجات البروج المفروضة على نفس هذا القوس وهى ستة أيضا منطبقة اثنين اثنين بعضها على بعض

(فى كيفية رسم شطايا الكواكب)

من المعلوم أنه اذا أريد نقل نقطة من الفراغ على خريطة يكتفى ان يفرض خطان متقاطعان فى تلك النقطة ثم يرسم هذان الخطان على الخريطة فنقطة تقاطعهما تكون هى موضع النقطة على الخريطة وبهذه الطريقة يمكن رسم الكواكب على أى سطح مفروض ولهذا يكتفى معرفة عروضها وأطوالها أما العرض فيحسب كما لا يخفى على الدائرة المارة بالكوكب موازية لدائرة البروج والطول يحسب على الدائرة العظمى المارة بالكوكب وبقطبي الدائرة المذكورة وهاتان الدائرتان تتقاطعان فى محل الكوكب فلنقل كوكب على خريطة يكتفى اذن ان نرسم منطرى هاتين الدائرتين على تلك الخريطة بالطرق المتقدمة فتكون نقطة تقاطعهما هى الموضع المطلوب فاننا متى علمنا مقدار عرض الكوكب المفروض شماليا كان أو جنوبيا نرسم دائرة العرض المقابلة لذلك المقدار بحيث انها تكون موازية لدائرة البروج (د هـ) شكل (٧٣) ثم نعين منظرها بالنسبة الى نقطة البصر (ب) وكذلك بفرض معرفة مقدار طول الكوكب المذكور فاننا نجد مركز دائرة الطول المقابل له على خط (ك كـ) المحتوى على مراكز جميع دوائر الطول مع ملاحظة أنه ان كان الطول المفروض تسعين درجة أو أقل فمركز دائرة يوجد على (ل كـ) وان كان أعظم من تسعين درجة وأقل من مائة وثمانين درجة يوجد المركز على (ل كـ) وان كان أعظم من مائة وثمانين درجة وأقل من مائتين وسبعين يكون على (ل كـ) واذا كان أعظم من مائتين وسبعين الى ثلثمائة وستين يكون على (ل كـ)

والحاصل انه متى علم طول الكوكب يؤخذ على محيط الدائرة (ل) بالابتداء من طرف نصف القطر (ل ص) قوس على يمين الطرف المذكور مساو لذلك الطول ويوصل من طرف هذا القوس الى نقطة (م) بخط مستقيم فيقطع الخط (ك كـ) فى نقطة تكون هى مركز منظر دائرة الطول المطلوبة أما منظر دائرة العرض فترسمها بالطريقة التى استعملناها لرسم مناظر المنطرات ونعين بعد ذلك نقطة تقاطع منظر دائرة العرض هذه ومنظر دائرة الطول وتكون هى شطية الكوكب المبحوث عنها

واذا كانت مطالع الدرجات معلومة يمكن رسمها بالمنقلة على قوس معدّل النهار بالابتداء من مبدأ المطالع وهو أول الحمل ثم يوصل منها الى المركز (ن) بخطوط مستقيمة وتعد على استقامتها الى ان تلاقى منظر دائرة البروج في نقط تكون هي نقط الدرجات المطلوبة

فاذا علمت مطالع ١٨٠° يوصل من النقط التي تتعين على نصف معدّل النهار الى المركز (ن) بخطوط مستقيمة فتحدد الدرجات التي على نصف دائرة البروج ثم بتحديد تلك الخطوط تتعين الدرجات الاخرى ويتم حينئذ تعيين جميع درجات دائرة البروج ولا يخفى ان الخطوط المذكورة انما هي عبارة عن مناظر دوائر الميل

* (تنبيه) سيتضح في الفصل الثاني ان الآلة المسماة بربع المقنطرات ترسم عليها دائرة البروج على هيئة نصف دائرة والنصف الآخر على هيئة منحني منكسر وقد رأينا من المناسب ان نشرح ذلك هنا فنقول

لنفرض قطر دائرة البروج (د هـ) شكل (٧٣) ثابتا ونحرك حوله نصف الدائرة (د و هـ) بقدر مائة وثمانين درجة فالنصف المذكور ينطبق ضرورة بالضبط على النصف الآخر (د و هـ) فيقع برج القوس على برج الجدى والعقرب على الدلو والميزان على الحوت والسنبلة على الحمل والاسد على الثور والسرطان على الجوزاء بحيث ان ابتداء كل برج ينطبق على انهاء البرج الواقع عليه وتحسب الدرجات حينئذ طردا وعكسا ثم اذا فرضنا الخط (ن و) ثابتا ودورنا حوله الشكل (ن هـ و) بقدر مائة وثمانين درجة أيضا فانه يأخذ الموضع (ن ط و) ويقع القوس (هـ و) في (ط و) ويمكن حينئذ بيان جميع درجات دائرة البروج على المنحنى المنكسر (ط و د)

وكيفية اجراء التدوير الثاني المذكور ان نأخذ البعد (ن ع) مساويا للبعد (ع و) بفرض (ع) مركز دائرة البروج ثم نجعل نقطة (ع) مركزا ونرسم القوس (ن ط) بنصف قطريساوي (ع و) فيكون هو موضع القوس (هـ و) بعد تدويره حول (ن و) ويرى بسهولة ان ذلك القوس يس مساوي مدار السرطان في نقطة (ط) فاذا أريد تعيين درجات البروج التي على هذا القوس نقول ان (د و) يحتوي على درجات ستة بروج منطبق بعضها على بعض اثنين اثنين أى على درجات ثلاثة بروج فاذا وصلنا هذه الدرجات الى المركز (ن) بخطوط الوصل تقطع القوس (ط و) على

منظره نرسم الخطين الشعاعين (ق م) و (ق م) ونغدهما الى ان يلاقيا الخط (م ل) ومن نصف هذا الخط وبالبعـد (ل م) نرسم الدائرة الكبيرة المرسومة في الشكل وهي بالضرورة تمر بنقطتي (ق و ق) ويكون ذلك امتحانا للصحة الرسم وليلاحظ ان نقطة (م) تقرب جدا من نقطة (ق) وبسبب ذلك لابد أن يقع خطأ في رسم الخط الواصل بين هاتين النقطتين ولهـذا رأينا ان نذكر طريقة أخرى لاجل تعيين مركز الدائرة (ل) فنقول ان هذه الدائرة تمر بالنقط الثلاث (ق و م و ق) وبواسطة يمكن تعيين المركز المذكور بالطريقة المشهورة في الهندسة العادية وهناك طريقة أخرى وهي ان يرسم المنظر المطلوب بالطريقة الحسابية التي تقدم ذكرها في القسم الثالث في المادة (١٣٥) فيما يختص برسم منظر دائرة مبـدا السموت وبعد تعيين المركز (ل) يرسم منه الخط (ك ك) عموديا على خط (د ل) ويقسم محيط الدائرة المذكورة الى أقسام مساوية لضعف الزاوية المفروض وجودها بين دوائر الاطوال ثم توصل نقطة التقاسيم الى المركز (م) بخطوط مستقيمة وتعين نقط تلاقيها بالخط (ك ك) مثل (ح و ح) فتكون هذه النقط مراكز دوائر الطول ثم يوضع طرف أحد ساقى البركار على كل واحد من هذه المراكز وطرف الساق الآخر على نقطة (م) ويحرك هذا الساق الى ان يمر طرفه بحيط منظر دائرة البروج في نقط يصير تعيينها وتكون هي الدرجات المطلوبة ويمكن أيضا رسم دائرة أخرى موازية لدائرة البروج كما ترى في الشكل وتعين الاقواس الصغيرة التي بين المحيطين فتدل على الدرجات بدلا من النقط المذكورة

وقد قسمنا الدائرة الكبيرة التي في شكلنا الى ستة أقسام متساوية فتكون المراكز التي تعينت على الخط (ك ك) هي مراكز مناظر دوائر الطول التي على الكرة السماوية الحاصرة فيما بين كل اثنين منها ثلاثين درجة وهذه المناظر تعين على دائرة البروج الاثنى عشر برجا فيسلم ككتابة اسم كل برج في محله ولو كانا قسمنا محيط الدائرة الكبيرة الى أقسام مساوية لدرجتين فقط بدلا من ست درجات لوحدنا مراكز الدوائر التي تقسم محيط دائرة البروج الى ثلثمائة وستين قسما كل قسم يساوى درجة واحدة

هذا ويستحسن تعيين المراكز التي على خط (ك ك) بالطريقة الحسابية المذكورة في القسم الثالث في المادة (١٣٥) اذ تكون نتيجة العمل أقرب من الصحة

متساوية وتربنقطى (م و م) وحينئذ يكفي ان نقسم مدار رأس الجمل والميزان أى منظر دائرة معدل النهار الى اثني عشر قسما أقساما متساوية ونرسم قوسا مارا بكل نقطة من نقط التقاسيم وبالتنقطتين (م و م) فتحدث الاقواس التى ترسم على صفحة التسيير هذا ولك برهان على ان الرسم صحيح فى كون مركز كل قوس من الاقواس المارة بالنقط الثلاث (م و م) واحدى نقط التقاسيم موجودا على خط (ع ك)

(فى كيفية رسم العنكبوتية)

(١٣٨) العنكبوتية كما نسين فى المادة (١٣٣) تتركب من جزأين احدهما ما يسمى شظايا الكواكب وهى قطع تبين مواضع بعض الكواكب الثابتة وثانيهما منظر دائرة البروج وبعبارة أدق العنكبوتية خريطة منظرية للكوكب السماوية مرسومة على سطح معدل النهار بفرض نقطة البصر عند القطب الجنوبي

ولرسم منظر دائرة البروج تنبغ نفس القواعد التى تقدم ذكرها فترسم أولا المدارات انثلاثية شكل (٧٣) على الوجه المبين فى القسم الاول فى المادة (١٣٥) ثم ترسم دائرة البروج (د هـ) الصانعة مع خط الاستواء زاوية تساوى ثلاثا وعشرين درجة وثمانيا وعشرين دقيقة وثلاثين ثانية ولاجل ذلك يكفي أن يكون محور الدائرة المذكورة وهو (م م) مائلا على محور العالم (ق و) بهذا المقدار ثم نفرض بعد ذلك نقطة البصر فى القطب الجنوبي (ق) وينظر منها الى نقطتي دائرة البروج (د و هـ) ويعين مناظرهما (د و هـ) ثم من نقطة (ع) وهى منتصف البعد (د هـ) وينصف قطر يساوى (ع د) ترسم الدائرة (د ق و هـ) فتكون هى منظر دائرة البروج المطلوب ويمكن تعيينه بطريق الحساب أيضا كما ذكر فى محله

هذا ويتحقق من صحة الرسم بكون الدائرة المذكورة لابد أن تمر بنقطتي الاعتدالين (ق و ق) وتمس مدارى الجدى والسرطان فى (د) و (هـ) ولجل تعيين درجات البروج يلزم رسم مناظر دوائر الاطوال التى على الكرة السماوية فنقط تقاطعها بمنظر دائرة البروج تكون هى الدرجات المذكورة

(فى تعيين الدرجات بواسطة دوائر الاطوال)

دوائر الاطوال هى الدوائر العظمى التى تمر بمحور دائرة البروج ومبدؤها الدائرة المارة بنقطتي الاعتدالين فلنفرض المبدأ المذكور فى (م م) شكل (٧٣) فاذا أردنا إيجاد

المذكور محصور بين كل اثنتين منها ثلاثون درجة وذلك بالابتداء من سطح دائرة الافق فنقسم الكرة السماوية الى اثنتى عشرة خانة متساوية سماها المنجمون بالبيوت الاثنى عشر

ويرى في بعض الصنائع دوائر أخرى مرسومة في هذه الخانات يبعد بعضها عن بعض بقدر خمس درجات أو عشر

ولاجل رسم جميع الدوائر المذكورة يتبدأ برسم المدارات الثلاثة ثم تتبع القواعد التي تقدمت فيما يتعلق بدوائر السموت فيقال ليكن مثلاً (ن و ن) شكل (٧٢) القطب الشمالى والقطب الجنوبى و (ب ح) السطح الرأسى الاول للبلد و (د هـ) قطبيه فيكون (د هـ) هو الافق فاذا نظرنا من نقطة (ن) الى النقطة (د) ثم الى النقطة (هـ) نجد منظرى هاتين النقطتين في (م و م) وبتنصيف البعد بينهما وبرسم الدائرة (م م) يحدث منظر دائرة الافق ثم نقسم بعد ذلك محيط تلك الدائرة الى أقسام مساوية لضعف الزوايا المفروضة بين الدوائر العظمى المطلوب رسم مناظرها ونصل من نقط التقاسيم الى المركز (م) بخطوط مستقيمة تلاقى خط (ع ك) فى جولة نقط فنجعل كلا منها مركزاً ونرسم أقواس دوائر بانصاف أقطار مساوية للابعاد التى بينها وبين النقطة (م) فتكون هذه الاقواس هى المناظر المطلوبة وقد ميزنا فى الشكل حدود البيوت الاثنى عشر عن سائر الاقواس برسم الاول بخطوط غليظة ورسمنا الاقواس الاخرى على بعد خمس وعشرين درجة هذا وقد لا يرى فى بعض الصنائع الاجزاء هذه الاقواس المحصورة بين المدارين فقط وفى أخرى ترى مرسومة بتمامها على سطح الصفيحة

وقد ذكر أبو الحسن فى كتابه صفيحة اسمها صفيحة التسيير مرسوما عليها دوائر عظمى مارة بقطبى السطح الرأسى الاول وبكل درجة من درجات معدل النهار ولم يعلم لاي شئ كانت تستعمل ولكن بمقارنتها بالصفيحة الموضوعية السالف ذكرها يرى أنها تختلف عنها اختلافا يسيراً فلذلك نظن انها نوع مخصوص من الصفيحة الموضوعية وكان بعض المنجمين يستعملونها فيما يختص بالبيوت الاثنى عشر كما ان البعض الآخر كانوا يستعملون الصفيحة الموضوعية المذكورة

وأما كيفية رسمها فهى ان مراكز مناظر الدوائر المتقدم ذكرها موجودة على الخط (ع ك) شكل (٧٢) وهذه المناظر تقسم خط الاستواء الى اثنى عشر قسماً أقساماً

لاربعة درجات ولاجل ذلك يؤخذ قوس على مدار الجدى فى الربع الاول على بعد ٣٠ من خط المشرق والمغرب ويرسم افق بالقواعد التى سبق ذكرها آنفا فيما يتعلق برسم المقنطرات ثم يؤخذ قوس فى الربع الثانى على بعد ٣١ من خط وسط السماء ويرسم افق آخر ثم يؤخذ قوس فى الربع الثالث على بعد ٣٢ من خط المشرق والمغرب ويرسم افق ثالث ثم يؤخذ قوس فى الربع الرابع على بعد ٣٣ من خط الارض ويرسم افق رابع ثم يؤخذ قوس فى الربع الاول على بعد ٣٤ من خط المشرق والمغرب ويرسم افق خامس فيكون بعده عن الافق الاول اربع درجات وهلم جرا فهذه الطريقة يمكن رسم عدة آفاق فى كل ربع منفصلة بعضها عن بعض بقدر اربع درجات ولعدم اختلاط الرسم يكتفى عادة برسم سبعة آفاق فى كل ربع فيكون المجموع ثمانية وعشرين افقا وبعد ذلك توضع أرقام العروض على النسق المذكور وعند استعمال أى أفق كان توضع الصفحة بحيث ان نصف قطر الدائرة التى تقطعه يفرض خط المشرق

وحيث ان هذه الدوائر عبارة عن المقنطرات البعيدة عن سموت رؤسها بتسعين درجة يمكن رسمها بالطرق الحسابية التى تقدم ذكرها فيما يتعلق برسم المقنطرات
(فى رسم الصفحة الموضعية)

(١٣٧) ان الموسيو وويكه وضع رسالة على اسطرلاب وجدده بكتبة برلين وفيه صفحة سماها بالصفحة الموضعية وهى كسائر ألواح المقنطرات عبارة عن تسطيج الكرة على مستوى معادل النهار الا أن الدوائر المسقطه هى الدوائر العظمى المارة بقطبي السطح الرأسى الاول للبلد أى دائرة مبدا سموت

ومن المعلوم ان السطح الرأسى الاول المذكور عبارة عن سطح الدائرة المارة بسمت الرأس وسمت القدم وبنقطتي الاعتمادين المقروضتين على الافق أعنى أول دائرة سمتية عمودية على سطح نصف النهار وقطبها هما نقطتا تلاقي خط نصف النهار بدائرة الافق فمن حيث ان دائرة نصف النهار ودائرة الافق تميزان بالقطبين المذكورين فهما اذن من ضمن الدوائر العظمى التى يلزم اسقاطها وهما يقسمان الكرة الى أربعة أقسام متساوية كما لا يخفى

وكانت علماء العرب تقسم كل قسم من هذه الاقسام الاربعة الى ثلاثة أقسام متساوية وذلك برسم اثنتى عشرة دائرة عظمى مارة بقطبي السطح الرأسى الاول

المذكور

أربعة وعشرين قسماً أقساماً متساوية وسعوا كل قسم منها بالساعة المستوية فتكون ساعات الليل والنهار كلها متساوية بخلاف الساعات الزمانية فان ساعات النهار غير مساوية لساعات الليل بل ساعات يوم معلوم تختلف عن ساعات اليوم التالي له فاذا اريد معرفة درجات قوس الساعة الواحدة لاي يوم كان يلزم البحث عن درجات قوس نهار ذلك اليوم ثم تقسم الى أربعة وعشرين فان الخارج يكون عدد الدرجات المطلوبة وكذلك يبحث عن درجات ليل ذلك اليوم وتقسم الى أربعة وعشرين فيكون الخارج عدد درجات احدى ساعات الليل وأما الساعات المستوية فللمعرفة درجاتها يلاحظ كما ينظر ذلك في محله أن الشمس تقطع ثلاثمائة وستين درجة في كل دورة فيقسم هذا العدد الى أربعة وعشرين يكون الخارج خمس عشرة درجة وهو قيمة الساعة المسماة عند العرب بالساعة المستوية وهي المستعملة الى أيامنا في آلات الساعات التي بين أيدي الناس

والساعات الزمانية المرسومة على صفائح الاسطرلاب تسمى بالساعات الزمانية البلدية لانها ترسم على كل صفحة بالنسبة الى بلد معين وكيفية رسم خطوطها أن تقسم المدارات الثلاثة المرسومة تحت الافق شكل (٧٠) الى اثني عشر قسماً أقساماً متساوية وذلك بالابتداء من دائرة الافق المذكور ثم من كل ثلاث نقط مشعرة لساعة واحدة ترسم أقواس دوائر تكون هي خطوط الساعات المطلوبة ثم يوضع عليها أرقام من الحروف الابجدية

(في رسم الصفحة الافاقية)

(١٣٦) حيث ان ألواح المقنطرات اذا رسمت لعرض لا يمكن استعمالها لسائر العروض واذا اريد اصطناع ألواح لجميع الجهات المسكونة يزيد حجم الاسطرلاب وثقله فلذلك ترسم بعض مقنطرات لبعض عروض معينة وتصنع معها صفحة تسمى بالصفحة الافاقية يمكن استعمالها في سائر الجهات ولا يرسم على هذه الصفحة المقنطرات ولا السموت بل يكتفى برسم المدارات الثلاثة والقطرين المتعامدين اللذين عليهما خط وسط السماء ووتر الارض وخط المشرق والمغرب شكل (٧١) ثم يرسم في كل ربع جولة أنصاف آفاق أعني الافاق الشرقية ويكتب على كل منها العرض المقابل له

ولزيادة السهولة والايضاح ترسم الافاق المذكورة في كل ربع على أبعاد متساوية

منظر دائرة مبدا السموت ثم نرسم الخط (د ز) عموديا على (م م) وهو يحتوى على مراكز دوائر السموت الاخرى ونلاحظ أن للمثلثات (١ ب م) و (٢ ب م) و (٣ ب م) ... وهكذا ضلعا مشتركا معلوما وهو (ب م) وانه يوجد بين زواياها الرأسية ارتباط ثابت وهو أن زاوية المثلث الثانى وهى (ب م ٢) تساوى ضعف زاوية المثلث الاول وهى (ب م ١) التى هى عبارة عن الزاوية المفروضة بين دوائر السموت وان زاوية المثلث الثالث وهى (ب م ٣) تساوى ثلاثة أمثال الزاوية المذكورة (ب م ١) وان زاوية المثلث الرابع تساوى أربعة أمثال هذه الزاوية وهم جراً فبناء على ذلك لنا

$$١ \text{ ب م } = \text{ب م}^{\circ} \text{محاس (١ } \times \text{ الزاوية المفروضة)}$$

$$٢ \text{ ب م } = \text{ب م}^{\circ} \text{محاس (٢ } \times \text{ الزاوية المفروضة)}$$

$$٣ \text{ ب م } = \text{ب م}^{\circ} \text{محاس (٣ } \times \text{ الزاوية المفروضة)}$$

.....

وهكذا

وبعد تعيين هذه الأبعاد يكفى أخذها على الخط (د ز) من جانبي النقطة (ب)

القسم الرابع

(فى رسم خطوط الساعات الزمانية البلدية)

قسم المتقدمون كلا من الليل والنهار الى اثني عشر قسما أقساما متساوية سموها كلا منها ساعة زمانية فكانوا يعدون ست ساعات من الصباح الى الظهر ويستمرّون فى العد الى اثنتى عشرة وقت المساء (*) ثم قسموا مدة دوران الشمس دورة واحدة الى

(*) من المحقق الآن أن الكلدانيين واليونان والرومان استعملوا بسائط الساعات الزمانية ١١٠٠ سنة قبل الميلاد وكانوا يسمونها غومون ولم يعلم هل استعملت قبل ذلك التاريخ أولا وقد نبغ فى سنة ١٢٣٠ ميلاديه المقابلة لسنة ٦٢٧ هجرية العالم المشهور أبو الحسن المراكشى وألف كتابه المسمى جامع المبادئ والقبايات فى علم الاوقات وبين فيه بكل اعتناء بسائط الساعات المذكورة بجميع أنواعها حتى جاء الى ذكر البسائط الزوالية للساعات المستوية فقال (انها وان كانت غير لازمة لعدم استعمالها الا نادرا كمنها طرفا) وبين رسم اثنتين منها أو ثلاث ولكنه لم تعرض بالمرّة للساعات المستوية الغروبية فاعلم من ذلك ان المستعمل الى ذلك التاريخ انما هو الساعات الزمانية وان الساعات الزوالية كانت اخترعت قبله بقليل ولم تشتهر وقته وأما الساعات المستوية الغروبية فالظاهر انها اخترعت بعدهذا التاريخ ولم يعلم وقته . ولما كان استعمال البسائط انما هو نهرا ولم يمكن استعمالها لبيان ساعات الليل اخترع الاقدمون الساعة الرملية فى سنة ٨٠٠ قبل الميلاد وبعد ذلك بمائتى سنة الساعة المائية فبواسطتهما أمكنهم تعيين ساعات الليل أيضا اه

ثم مستقيماً آخر يصنع مع ذلك المستقيم زاوية مساوية للزاوية الاولى وهكذا لجميع هذه الخطوط تكون مماسة لدوائر السموت في نقطة (م) ثم اذا رسمنا من هذه النقطة خطوطاً عمودية على تلك المماسات مثل (م ب) و (م ب') و (م ب'') وهكذا نجد أنها تقطع الخط ب د في النقط (١، ٢، ٣، ٤، ٥، وهكذا) التي هي مراكز دوائر السموت وبطريقة أخرى حيث ان الزوايا المحيطية التي بين المماسات المذكورة مثل الزاوية (ب م ب') هي نصف الزاوية المركزية (م ب ب') فإذا قسمنا محيط مبدا السموت من نقطة (م) الى أقسام مساوية لزاوية الدوائر المفروضة ثم وصلنا من نقط التقاسيم (ب ب' ب'') وهكذا الى (م) بخطوط مستقيمة تكون هذه الخطوط عمودية على المماسات المفروضة عند نقطة (م) وتكون حينئذ مراكز دوائر السموت على الخطوط المذكورة وحيث أنها أيضاً على الخط (د د') العمود على (م م') فهي اذن على نقط تلاقي هذين الخطين (١، ٢، ٣، ٤، ٥، وهكذا) وبهذه الطريقة يمكن إيجاد النقط (١، ٢، ٣، ٤، ٥، وهكذا) على (د) أو يكفى أخذ الابعاد (ب ١) و (ب ٢) و (ب ٣) وهكذا مساوية للابعاد (ب ١) و (ب ٢) و (ب ٣) وهكذا وبذلك يتم رسم دوائر السموت وحيث ان المستعمل هو اجزاء المناظر التي فوق الافق اكتبنا برسم الاقواس المذكورة آنفاً

ورسم دوائر السموت بطريق الحساب نستخرج البعدين المركزيين (م ق) و (ق م') من المثلثين (م ق ق) و (ق ق م') القائمي الزاوية ولاجل ذلك نقول حيث ان

$$ق ق' = ١ = \text{نصف قطر معدل النهار}$$

$$م ق = ق = \frac{١}{٢} = (م ع ق) = \frac{١}{٢} = \text{تمام عرض البلد}$$

$$ق ق' م' = م' = \frac{١}{٢} = (ق ع م') = \frac{١}{٢} = (٩٠ + \text{عرض البلد})$$

فلنا

$$م ق = ق = \text{مماس (م ق ق)} = \text{مماس (ق ع م')} = \frac{١}{٢} = \text{تمام العرض} = \text{البعد المركزي لسمت الرأس}$$

$$م ق' = ق' = \text{مماس (ق ق م')} = \text{مماس (م ع ق)} = \frac{١}{٢} = (٩٠ + \text{عرض البلد})$$

$$\frac{م ق + ق م'}{٢} = م ق = ق = \text{البعد المركزي لمنظر دائرة مبدا السموت}$$

فبعد تعيين البعد المذكور نأخذ من نقطة (ق) الخط (ق ب) مساوياً لذلك البعد ومن نقطة (ب) ونصف القطر (ب م) نرسم الدائرة (م ق ب' ق') فتكون

رأس المحل وعمودية على الافق ولما كانت ارتفاعات الشمس والكواكب تحسب على هذه السطوح سميت أيضا بدوائر الارتفاع ومبدأ هذه السطوح هو الذى يلاق سطح نصف النهار على تسعين درجة فيمر اذا بنقطتى المشرق والمغرب المفروضتين على سطح الافق واذا تصورنا تلك الدوائر على ابعاد واحدة بعضها عن بعض بقدر درجة أو خمس درجات أو يزيد من ذلك يمكن رسم مناظرها بالنسبة الى أحد القطبين بالكيفية الآتية

وذلك اتنا نفرض الكرة (ق م ق م) شكل (٦٩) وعليها القطب الجنوبي (ق) والقطب الشمالى (ق) و (م) سمت الرأس و (م) سمت القدم ونرسم بالطريقة المتقدم ذكرها منظر مدار الجدى (ع ع) ومنظر سمت الرأس (م) ومنظر أفق المحل (ق ح ق) فنحن حيث ان دوائر السموت تمر على سطح الكرة بالنقطتين (م) و (م) ويصنع بعضها مع بعض زوايا معينة فكذلك مناظرها تمر بمنطرى النقطتين (م) و (م) وهما (م) و (م) ومن حيث ان الخط (م م) يبين احدى الدوائر التى على سطح الكرة فنظر هذه الدائرة يمر بنقطتى (م م) فبتنصيف الخط (م م) ورسم القوس (ق م ق) يكون هو المنظر المذكور وحيث انه يمر بنقطتى المشرق والمغرب فهو اذا مبدأ السموت

ولرسم الدوائر الأخرى نقول حيث انها تصنع مع مبدأ السموت زوايا معينة يكفى ان نقسم محيط مبدأ السموت بالابتداء من نقطة (م) الى أقسام مساوية لضعف مقدار الزاوية المعينة المفروضة ثم نصل من نقط التقاسيم (ب ب) وهكذا الى النقطة (م) ونعين النقط (١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢) وهكذا (ب ب) فتكون هذه النقط مراكز دوائر السموت وحيث ان نقطة (م) مشتركة بين جميع هذه الدوائر فكل واحدة منها ترسم بنصف قطر يساوى البعد بين مركزها والنقطة (م) المذكورة وقد اكتفينا فى الشكل برسم أقواس لهذه الدوائر على جانبي تلك النقطة

ولايضاح ذلك نقول ان الخطوط المماسية لجميع دوائر السموت التى يمكن فرض رسمها من نقطة (م) يصنع بعضها مع بعض زوايا مساوية للزاوية الأصلية التى بين تلك الدوائر فاذا ابتدأنا برسم خط مماس لمبدأ السموت من نقطة (م) ثم رسمنا من هذه النقطة مستقيما يصنع مع ذلك الخط زاوية مساوية للزاوية التى بين دوائر السموت

تعيينها نفرض نصف قطر معدّل النهار مساويا للواحد ونحسب الضلعين (كـ ن) و (كـ ن) من المثلثين (كـ ن) و (كـ ن) القائمي الزوية ثم نضيف أحدهما (كـ ن) الى نصف الفاضل بينهما فنجد بعد المركز (مـ ن) لمنظر المقنطرة المفروضة من المركز (ن) ولاجراء هذا الحساب لابد من معرفة الزاويتين (كـ ن) و (كـ ن) أما الاولى فانها تساوي نصف الزاوية (كـ مـ ن) وأما الثانية فانها تساوي نصف الزاوية (كـ مـ ن) ومن حيث ان الزاوية (كـ مـ ن) يقيسها القوس (مـ كـ) أو (مـ كـ) وهو يساوي بعد المقنطرة من سمت الرأس والزاوية (لـ مـ ن) يقيسها القوس (مـ ن) وهو يساوي عرض البلد قلنا

كـ مـ ن = تمام العرض \pm بعد المقنطرة المفروضة من سمت الرأس (١)

كـ مـ ن = تمام العرض + بعد المقنطرة المفروضة من سمت الرأس (٢)

نـ ن = ١ = نصف قطر معدّل النهار

كـ ن = مماس (كـ ن) = مماس $\frac{1}{2}$ (كـ مـ ن) (٣)

كـ ن = مماس (كـ ن) = مماس $\frac{1}{2}$ (كـ مـ ن) (٤)

(٥)
$$\frac{\text{كـ ن} - \text{كـ ن}}{2} = \text{كـ ن} = \text{بعد المركز}$$

فبعد معرفة بعد مركز منظر المقنطرة المفروضة عن مركز الاسطرلاب (ن) بالكيفية

المشروحة يرسم المنظر المذكور

(تنبيه) اذا كان بعد المقنطرة عن سمت الرأس أقل من تمام العرض تؤخذ الاشارة

(ناقص) في القانون الاول والاشارة (زائد) في القانون الخامس وعلى العكس اذا كان

البعد المذكور أعظم من تمام العرض

ومن حيث ان جميع المقنطرات المطلوب رسمها بعيد بعضها عن بعض بمقدار واحد

سواء كان درجة واحدة أو ثلاث درجات أو ست درجات فن السهل معرفة بعد كل منها

من سمت الرأس وبوضع هذه المقادير في القوانين الخمسة السالف ذكرها تعلم انصاف

أقطار الدوائر المناظرة

القسم الثالث

(في كيفية رسم مناظر دوائر السموت)

دوائر السموت هي السطوح المارة بخط شاقولي يسلك باليد أعني انها مارة بسمت

الى نقطة البصر (ن) بخطوط شعاعية تلاقي الخط (ل ح) في النقطة (ح د ب)
 وهكذا) و (ح د ب وهكذا) وتحدث الخطوط (ح ح) و (د د)
 و (ب ب) (ا) و وهكذا التي هي عبارة عن اقطار الدوائر المشتركة بين المخاريط
 المناظيرية (ح ق ح) و (د ق د) وهكذا وبين السطح (ل ح)
 المماس للكرة المفروضة فاذا رسمنا من منتصف كل من هذه الاقطار دائرة تحدث الدوائر
 (ع ع) و (ع ع) و (ع ع) وهكذا وهي مناظر المقنطرات
 على سطح المماس فكأننا دورنا هذا السطح تسعين درجة حول محوره حتى انطبق
 على شكلنا وكذلك اذا وصلنا سمت الرأس (م) والنقطة (ن) بخط مستقيم
 ومددناه الى أن يلاق سطح المماس المذكور تحدث النقطة (م) وتكون هي
 منظر سمت الرأس

ولا يخفى أن سطح الافق كما يقسم معدّل النهار الى قسمين متساويين كذلك دائرة البروج تقسمه الى قسمين متساويين فاحدى نقط تقاطعهما تسمى بنقطة الاعتدال الاول أى أول الحمل والاخرى تسمى بنقطة الاعتدال الثانى (ق) أى أول الميزان ومن حيث ان الرسوم الناشئة عن تسطيح الكرة فى الاسطرلاب انما هى حاصلة بفرض نقطة النظر على سطح الافق ونقطتا الاعتدالين المذكورين لكونهما موجودتين على كل من سطح الافق ومعدّل النهار فنظراهما يوجدان على نقطة تقاطع منظرى الافق ومعدّل النهار المذكورين وحينئذ تكون النقطتان (ق - ق) هما نقطتا الاعتدالين واحدهما (ق) التى هى أول الحمل تسمى بنقطة المشرق والاخرى (ق) التى هى أول الميزان تسمى بنقطة المغرب وسيتمضم فى المادة الآتى ذكرها ان منظر دائرة البروج المرسومة على العنكبوتة يمر بهاتين النقطتين وهو ظاهر

وبما ان خط وسط السماء (ل د) يقسم كلا من هذه المقنطرات الى قسمين متساويين فالاقسام التي في جهة النقطة (ن) تسمى بالمقنطرات الشرقية والتي في جهة (ق) تسمى بالمقنطرات الغربية فليسان درجات المقنطرات المذكورة يكتب على كل من هذه الاقسام حرف من الحروف الاليجيدية بالابتداء من الافق الى سمت الرأس

هذا واذا أريد استعمال الحساب نقول لتكن المقنطرة (ل ل) شكل (٦٨) فلاجل

(١) حيث ان نقطة (ب) لا يمكن ان تظهر في الشكل فنقطة (ب) قامت مقامها

(٢) ان هذه النقطة تتماثل ابتداء السنة الهجرية أى ان الشمس كانت حالة بها في يوم قدوم نبينا عليه أفضل الصلاة والسلام الى المدينة المنورة وسنوضح ذلك في مادة (١٩٧)

$$\text{د}^{\circ} \text{ق} = \text{مماس} (\text{د}^{\circ} \text{ق}^{\circ}) = \text{مماس} \frac{1}{2} (\text{د}^{\circ} \text{م}^{\circ} \text{ق}^{\circ})$$

$$= \text{مماس} \frac{1}{2} (90 - \text{ميل الشمس الاعظم})$$

$$\text{ب}^{\circ} \text{ق} = \text{مماس} (\text{ب}^{\circ} \text{ق}^{\circ}) = \text{مماس} \frac{1}{2} (\text{ب}^{\circ} \text{م}^{\circ} \text{ق}^{\circ})$$

$$= \text{مماس} \frac{1}{2} (90 + \text{ميل الشمس الاعظم})$$

ومن ذلك يعلم (د° ق) و (ب° ق) بالنسبة الى الطول المفروض لنصف قطر معتدل النهار (ق ح) فيمكن اذن رسم الدوائر المذكورة

القسم الثاني

(في رسم المقنطرات)

المقنطرات هي عبارة عن الدوائر الحادثة من قطع الكرة السماوية باسطح موازية للافق مرسومة ما بين سمت الرأس وحيث ان سمت الرأس والحالة هذه يكون قطب الافق كما هو مصطلح عليه في حساب المثلثات الكروية يكون الافق أول المقنطرات وأعظمها ثم يليه مقنطرة أصغر من هذه وهكذا الى سمت الرأس فهناك تكون المقنطرة معدومة

فلرسم هذه المقنطرات نقول . لترسم المدارات الثلاثة (شكل ٦٨) وخط المشرق والمغرب وخط وسط السماء كما تقدم فاذا عينا سمت الرأس والافق والسطوح الموازية له بالنسبة لموضع الكرة المفروضة (ق د ح) ثم جعلنا القطب الجنوبي (ق) نقطة البصر وأخرجنا منها خطوطا شعاعية الى تلك الدوائر المتوازية وعينا مناظرها على سطح شكلنا نكون قد رسمنا المقنطرات المطلوبة

ولاجل ذلك نفرض (م) المحل المطلوب رسم مقنطراته فيكون سمت رأسه النقطة (م) التي بعدها عن القطب الشمالي (ق) يساوى تمام عرض ذلك المحل وأفقها يكون (ح ح) المار بنقطة (ح) البعيدة من القطب المذكور بقدر عرض المحل المفروض

ويقسم بعد ذلك ربع الدائرة (ح م) بالمنقلة الى أقسام مساوية للابعاد المراد رسم المقنطرات عليها أى يقسم درجة درجة أو درجتين درجتين أو ستا ستا أو كما فعلنا في رسمنا عشرين عشرين ثم نرسم من نقط التقاسيم الخطوط (د د و ب ب ... وهكذا) موازية للافق (ح ح) ونصل من النقط (ح د ب ... وهكذا) و (ح د ب ... وهكذا)

وترسم في نقطة (ق) مستويا مماسا للكرة المذكورة فن حيث انه عمودي على محور العالم (ق ق) فالخط (ب ب) يكون الاثر الرأسى لذلك السطح فاذا فرضنا عين الناظر أعنى نقطة بصر الزمام في القطب الجنوبي (ق) وتخيّلنا منها خطا شعاعيا واقعا على احدى نقط مدار السرطان (د د) وفرضنا القطب (ق) ثابتا وخط الشعاع متحركا على محيط المدار المذكور يتولد مخروط يقطع السطح المماس المتقدّم ذكره على دائرة هي مناظرة لمدار السرطان (د د) فلرسم هذه الدائرة نصل من نقطتي (د د) الى النقطة (ق) بخطين مستقيمين ونمدهما الى أن يلاقيا الخط (ب ب) في (د و د) فالخروط المذكور يكون (د ق د) ويكون (د د) الفصل المشترك بينه وبين السطح المماس وحيث ان نقطة (ق) هي وسط البعد (د د) فاذا رسمنا منها الدائرة (ق د) تكون هي الدائرة المطلوبة اذ رسم هذه الدائرة بالكيفية المذكورة بمثابة تدوير السطح المماس المحتوى على تلك الدائرة بقدر تسعين درجة حول المحور (ب ب) حتى ينطبق على سطح الشكل

وكذلك اذا وصلنا من نقطتي (ع و ع) الى نقطة (ق) ورسمنا الدائرة (ق ع) نجد مناظرة خط الاستواء (ع ع) ثم يوصل (ب و ب) الى (ق) ورسم الدائرة (ق ب) نجد مناظرة مدار الجدى (ب ب)

ثم ان العمليات المذكورة عبارة عن تسطيح الكرة على سطح خط الاستواء ولذلك تسقط جميع الدوائر المتوازية على دوائر مرسومة من المركز (ق) وأما سطوح الساعات أى سطوح انصاف النهار فتسقط جميعها على خطوط مستقيمة مارة بالنقطة (ق) فاذا فرضنا (ب ب) خط نصف نهار المحل يكون الخط (ل ح) العمودي عليه هو خط المشرق والمغرب والنقطة (ق) تكون نقطة المشرق والاعتدال الربيعي و (ق) نقطة المغرب والاعتدال الخريفي والخط (ق ب) الممتد من نقطة (ق) الى سمت الرأس يكون خط وسط السماء و (ق ب) المتجه نحو سمت القدم يكون وتد الارض

هذا واذا أريد استعمال الحساب لرسم هذه الدوائر نستخرج الابعاد (ق د) و (ق ع) و (ق ب) من المثلثات (ق د ق) و (ق ع ق) و (ق ب ق) ولاجل ذلك يفرض قطر الكرة (ق ق = ا) فيكون (ق ع = ا أيضا) كما يظهر من الشكل ولنا حينئذ

يمكن استعمالها في كل افق) ثم في ربع آخر ترسم جيوب الزوايا ولذلك يسمى هذا الربع بالربع المجيب

ثم يرسم على ظهر بعض الاسطرلابات دائرة ينقسم محيطها الى اثني عشر قسما تبين البروج وهي الحمل والثور والجوزاء وهكذا ويقسم قوس كل برج الى ثلاثين قسما أقساما متساوية وليسان أيام كل شهر ترسم دائرة أخرى داخل الدائرة الاولى ويكتب على محيطها أسماء الشهور الافرنجية

يناير	مايو	سبتمبر
فبراير	يونيه	اكتوبر
مارث	يوليه	نوفمبر
ابريل	أغسطس	ديسمبر

وبهذه الكيفية يمكن معرفة الدرجة التي تسكون عليها الشمس في أى يوم كان وفي بعض الاسطرلابات توضع تقاسيم الاشهر والايام في دائرة البروج المرسومة على العنكبوتة

(في كيفية رسم الواح المقنطرات)

(١٣٥) الرسوم التي يلزم اجراؤها على الواح المقنطرات الميمنة في المادة (١٣٠) عبارة عن تسطيح الكرة بقواعد المناظر على سطح معتدل النهار ولاجل ذلك توضع النقطة البصرية على القطب الجنوبي وتعين دوائر الكرة اما بالحساب واما بالهندسة فاذا أريد تعيينها بالحساب تستعمل قوانين حساب المثلثات واذا أريد تعيينها بالهندسة تستعمل قواعد الأستريوغرافية المتعلقة بتسطيح الكرة وحيث ان هذه الرسوم أربعة أنواع كما بينا ذلك في المادة (١٣٠) فالكلام عليها هنا ينبغي ان يقسم الى أربعة أقسام على الترتيب المتقدم ذكره

القسم الاول

(في رسم المدارات الثلاثة)

لفرض كرة في (م) شكل (٦٧) وليكن (ن) القطب الشمالى و (ق) القطب الجنوبى و (ح ح) خط معتدل النهار ولتأخذ على جانبي خط الاستواء قوسين مساويين لميل الشمس الكلى وترسم الخطين (د د) و (ب ب) موازيين لمعتدل النهار فيكون الاول مدار السرطان والثانى مدار الجدى

بالقرب من نقطة تماس الدائرة المذكورة والشبكة ويقال لها مرى الاجزاء وبواسطتها
يقرأ على محيط الحجر مقدار الدرجات التي دارت عليها العنكبوتية
ثم يوضع على سطح العنكبوتية نقطة أو نقطة نقط على شبه ازرار لاجل تدويره منها
بسهولة

(في الرسوم التي على ظهر الاسطرلاب)

(١٣٤) القطعة الثالثة من الشكل (٦٥) تين ظهر الاسطرلاب في رسم عليه قطران
متقاطعان أحدهما ينطبق على الخط الرأسى المار بوسط الكرسى وبالمركز والآخر
ينطبق على خط المشرق والمغرب فهذان القطران يقسمان ظهر الاسطرلاب الى أربعة
ارباع متساوية كل ربع منقسم الى تسعين درجة مبتدئة من طرفى خط المشرق
والمغرب ومنتية الى طرفى الخط الرأسى وأرقامها مكتوبة بهذه الكيفية ثم يرسم على
قوس أحد الربعين اللذين تحت خط المشرق والمغرب اعداد الظل المبسوط أو المنكوس
(يعنى تماس الزوايا وتعام مماسها) أو اعدادهما معا وفى أكثر الآلات يرسم مربع حول
المركز اضلاعه موازية لخط المشرق والمغرب ولوتد الارض ويقسم ضلعاها اللذان تحت
الخط المذكور الى اثني عشر قسما أقساما متساوية يوضع عليها الحروف (ا ب ج د
..... ب) فالاقسام التي على الضلع الموازى لوتد الارض تدل على الظل المنكوس
والتي على الضلع الموازى لخط المشرق والمغرب تدل على الظل المبسوط وفى بعض
الآلات يكتب على الضلع الاول الظل القائم وعلى الثانى الظل الافقى

ثم فى بعض الاسطرلابات يقسم قوس أحد الربعين اللذين تحت خط المشرق والمغرب
الى (مه) أى الى خمسة وأربعين قسما أقساما غير متساوية وبها تعرف الاعصر
الآفاقية أى وقت دخول العصر الاول على أى أفق كان وذلك بتعيين مقدار نزول
الشمس على الافق بعد الزوال

ويرسم على محيط الربع الآخر ميول الشمس فى الايام التي تهرك فيها من خط الاستواء
الى أحد المدارين الانقلابيين فتبتدى بالصفرة وتنتهى بالميل الكلى وهو ثلاث وعشرون
درجة وثلاثون أو خمس وثلاثون دقيقة

والتقسيمات المتعلقة بالاعصر الآفاقية وميول الشمس تبتدى من خط المشرق والمغرب
وتنتهى الى وتد الارض ولعدم ابقاء داخل الارباع خاليا يرسم فى الربع المجاور للربع
المرسوم فيه قامة الظل المتقدم ذكرها الساعات الزمانية الآفاقية (أعنى الساعات التي

وجميع الرسوم المتقدم ذكرها ترسم على وجهى كل لوحة من اللوحات الموجودة في حجرة الاسطرلاب وتستعمل كل واحدة منها في محلات مختلفة العرض

(في الصفحة الآفاقية)

(١٣١) يرى من الشكل (٧١) صورة الصفحة الآفاقية مرسوما عليها أيضا مدار رأس الحمل والميزان ومدار السرطان ومدار الجدى وخط وسط السماء ووتر الأرض وخط المشرق والمغرب ثم عدة أقواس ودوائر أخرى دالة على آفاق بعض المحلات

(في الصفحة الموضعية)

(١٣٢) يرسم على هذه الصفحة (شكل ٧٢) المدارات الثلاثة المذكورة آنفا والقطران المتعامدان وسمت الرأس والافق ثم يرسم عليها خلاف ذلك ما بين مدار السرطان والجدى عدة أقواس ودوائر بعد بعضها عن بعض خمس درجات أو ثلاثون درجة ويوجد صفحة مثل هذه في اسطرلاب إحدى الكتبخانات الألمانية سماها أحد مؤلفي الألمان وهو وويكة باسم الصفحة الموضعية وهي مرسوم عليها أقواس من ثلاثين درجة إلى ثلاثين مبنية بأرقام ثم أقواس من خمس درجات إلى خمس مبنية بخطوط أدق من الخطوط الأولى ويرى فيها أعداد مكتوبة بالحروف الأبجدية دالة على العروض التي صنعت لأجلها

(في الرسوم التي على العنكبوتية أو الشبكة)

(١٣٣) تتركب العنكبوتية من شيتين أصليين أحدهما خوارج رقيقة لبيان مواقع بعض الكواكب الثابتة (شكل ٦٦) تسمى بنشاط الكواكب أو مريها يكتب على كل منها اسم الكوكب الذي جعلت لأجله أو غمرته والآخر دائرة مرسومة في سطحه مماسة لمحيطها تدل على مدار الشمس السنوي وهو دائرة البروج فيقسم محيط تلك الدائرة إلى اثني عشر قسما غير متساوية وكل قسم ثلاثون درجة ويوضع على هذه الأقسام أسماء البروج وهي

الحمل	السرطان	الميزان	الجدى
الثور	الاسد	العقرب	الدلو
الجوزاء	السنبلة	القوس	الحوت

أو ما يدل عليها ثم توضع خارجه صغيرة على الفصل المشترك بين برجي القوس والجدى

انها افق المحل والمقنطرات التي على يمين خط وسط السماء تسمى بالمقنطرات الغربية والتي على شمالها تسمى بالمقنطرات الشرقية ونقطة (ص) هي سمت رأس المحل الذي تستعمل فيه اللوحة المقروضة

والمقنطرات التي يمكن رسمها بتمامها على سطح اللوحة هي التي بعدها عن سمت الرأس لا يزيد عن (عرض البلد + ميل الشمس الكلي) والتي تمتد الى مدار الجدى غربا وشرقا بدون تكاملها هي التي بعدها عن سمت الرأس يزيد عن المقدار المذكور وترسم عادة هذه الدوائر على بعد ست درجات بين بعضها والبعض ويقال حينئذ انها سداسية واذا رسمت على بعد ثلاث درجات يقال لها ثلاثية وان رسمت على بعد درجة واحدة يقال لها تامة ثم توضع عليها أرقام بالابتداء من الافق الى سمت الرأس (و ي ب ج)

ويرى في بعض الآلات كلمة (الشفق) على الجزء الشرقى للمقنطرة البعيدة عن الافق بقدر ثمان عشرة درجة وكلمة (الفجر) على جزئها الغربى ويرى في البعض الآخر ان هاتين الكلمتين موجودتان على خطين مرسومين شرقا وغربا تحت الافق (وثالثا) مرسوم أقواس دوائر متلاقية في نقطة (ص) وكل منها يلاقى المقنطرات المتقدم ذكرها وتسمى هذه الأقواس بالسموت وهي نوعان سموت شرقية وسموت غربية فالاولى ما وجدت جهة الشرق والاخرى جهة الغرب والقوس المار بنقطتى الشرق والغرب يسمى بمبدأ السموت وقد وضعت على السموت الحروف الابجدية الدالة على أرقامها ويرى أن السموت الوسطى ينطبق على خط وسط السماء

(ورابعا) أقواس الدوائر المرسومة شرقا وغربا تحت الافق بالابتداء من وتد الارض تسمى بخطوط الساعات الزمانية البلدية وهي تقسم الاجزاء التي تحت الافق من المدارات الثلاثة كلا الى اثني عشر قسما أقساما متساوية وقد كتب من جهة الافق الشرقى الى جهة الافق الغربى رقم كل خانة بالحروف الابجدية من واحد الى اثني عشر ويرى في بعض الآلات ثلاثة أقواس ما بين وتد الارض والافق الشرقى أولها في الخانة الثانية من الخانات التي بين خطوط الساعات الزمانية البلدية ومكتوب عليها كلمة (الظهر) وثانيها في الخانة الرابعة ومكتوب عليها كلمة (العصر) وثالثها في الخانة الخامسة ومكتوب عليها كلمة (آخر العصر) ثم يوجد على احدى جهات اللوحة عرض البلد الذى تستعمل فيه

رأسياً بحيث ان العمود النازل من نقطة التعليق يمر بالعروة وبوسط الفضة التي على حائط الحجر ثم بمركز المحور

(في الرسوم التي على الحجر)

(١٢٩) اذا دورنا العضادة حول مركزها فالشعرتان اللتان على طرفيها يرسمان دائرة على محيط الحجر فنقسم هذه الدائرة من اليسار الى اليمين بالابتداء من الخط الرأسى المنار بالعروة وبوسط الكرسي وبالمركز الى ثلثائة وستين درجة كما ترى في (١) و (٢) من الشكل (٦٥) ويوضع على نقط التقاسيم الحروف الابجدية خمس درجات خمس درجات فآخر نقطة على يسار الخط المذكور تكون علامة (شس) أعنى ٣٦٠ وفي شكلنا قد استعملت الارقام العربية بدلا من الحروف الابجدية

ولا يوجد بعد هذه التقسيمات على وجه الحجر رسوم غير أن بعض الالواح الداخلة فيها تحتوى على بعض رسوم خصوصية تسمى بالواح المقنطرات والبعض الآخر يحتوى على رسوم اخرى تسمى بالصفائح الموضعية أو الصفائح الآفاقية

(في بيان الرسوم التي على صفائح المقنطرات)

(١٣٠) ان الشكل (٦٤) بين لنا احدى لوحات المقنطرات والرسوم التي عليها (فأولا) ثلاث دوائر متحدات المركز وهو نفس مركز اللوحة فالدائرة الوسطى عبارة عن مدار رأسى الجمل والميزان مدار الاعتدال ومعدل النهار وخط الاستواء والدائرة الصغيرة القرينة من المركز عبارة عن مدار السرطان والقرينة من محيط اللوحة عبارة عن مدار الجدى والمركز المذكور يدل على القطب السماوى وأحد الخطين العموديين عند المركز يمر بنقطة تقاسيم الحجر المقابلة للصفر بحيث يتجه نحو العروة ويسمى نصفه الذى فوق الافق بخط وسط السماء وخط الزوال وخط نصف النهار ونصفه الذى تحت الافق يسمى بوتر الارض وثانيهما يمر بنقطتي الاعتدالين ويسمى بخط المشرق والمغرب

(وثانيا) ان خط وسط السماء يحتوى على نقطة قريبة من القطب وهى المرموز لها بالحرف (ص) الدال على العدد (٩٠) قد رسم منها جملة دوائر متوالية تملأ نصف اللوحة تقريبا تسمى بالمقنطرات فبعضها مرسوم كله على سطح اللوحة والبعض الآخر ممتد الى مدار الجدى ورسمه غير تام على سطح اللوحة فالدائرة البعدى من نقطة (ص) المارة بنقطتي تقاطع معدل النهار بخط المشرق والمغرب تسمى بالمقنطرة الاولى ومفروض

بعضها على بعض وتسمى ام الاسطرلاب أو الحجره ففى وضعت الالواح فى الحجره كما تراها فى (الشكل ٦٥) قطعة (٢) يلزم ان اللوحه التى توضع فوق الاخر تكون مفرغه من بعض جهات سطحها (شكل ٦٦) بحيث يبقى فيه خوارج حادّة ودائرة كمرها خلاف مركز اللوحه التى تسمى حينئذ بالعنكبوتة أو الشبكّة ويوضع على العنكبوتة ما يسمى بالعضادة وهى قطعة من معدن مثقوبة المركز على هيئة شريط طوله يساوى قطر الحجره كما ترى فى الشكل (٦٥)

وتوضع العضادة بحيث ان أحد حرفيها المسمى بخط الترتيب يمر بمركز الآلة وبالخارجتين اللتين على جانبيها السمايين بالشطيتين أو المشعرتين وفى بعض الآلات تصنع العضادة بساقين مختلفين كما ترى فى شكلنا بحيث ان نصف خط الترتيب المفروض مروره من المركز يعتبر على أحد الساقين والآخر على الساق الآخر ثم على طرفى العضادة توضع قطعتان عريضتان بقدر عرضها عموديتان على سطحها فى كل واحدة منهما ثقب يرصد به الكواكب وغيرها وتسمى الهدفة أو الدفة أو اللبنة

واصل محل استعمال العضادة هو ظهر الاسطرلاب كما سنبينه بعد ولكن يمكن وضعها على وجهه أيضا فبعد ترتيب الصفائح والعضادة فى الحجره بالكيفية المشروحة يوضع عند مركزها مسمار برأس عريض على هيئة محور فى طرفه ثقب عرضى بجذاء سطح العضادة يوضع فيه مسمار آخر يسمى الفرس لتحكيم تلك القطع فى الحجره ثم بين الفرس والعضادة حلقة صغيرة تسمى الفلّس وتوضع لمنع احتكاك الفرس على سطح العضادة حين تدور حول محورها

وحيث انه من الضروري تدوير العنكبوتة فوق الحجره بدون تحريك سائر الالواح فلهذا القصد يوضع على محيط كل لوحه خارجه صغيرة تجس فى فتحة مضطعة على حائط الحجره فتتبع حركة الالواح وتدور العنكبوتة بدون عائق لها

ثم ان جميع ما تقدم ايضاحه يختص بوجه الاسطرلاب وأما ظهره فهو كما يظهر من الرسم الثالث فى الشكل (٦٥) لا يوجد فيه شئ متحرك سوى العضادة

وحيث ان هذه الآلة تستعمل تارة بوضعها رأسية وتارة بوضعها غير رأسية فلابد جعلها رأسية توضع قطعة مناشية على جزء من محيط الحجره تسمى بالكروى على رأسه عروة تدور حول محورها داخلا فيها حلقة كما ترى فى الاشكال فاذا أمسكت الآلة باليد من هذه الحلقة أو عقلت منها فى محل تأخذ بسبب ثقلها الطبيعى موضعها

(١٢٧) العمليات التي يمكن الحصول عليها بهذه الآلة هي

- ١ أخذ ارتفاع الشمس
- ٢ معرفة وجود الشمس في أية درجة من أى برج في أى يوم كان
- ٣ معرفة ميل الشمس والكواكب ونمايات ارتفاعها واستخراج عرض البلاد منها
- ٤ » أقواس الليل والنهار وساعاتهما المستوية والزمانية ونصف التعديل (نصف الفضلة)
- ٥ معرفة الدائر وفضل الدائر
- ٦ استنباط مقدار الظل من الارتفاع ومقدار الارتفاع من الظل
- ٧ تعيين أوقات الصلاة والفجر والشفق
- ٨ » سعة المشرق والمغرب والارتفاع الذي زاوية سمته صفر
- ٩ » زاوية سمت أى ارتفاع
- ١٠ » سمت القبلة
- ١١ » الجهات الأربع والقبلة في أى وقت وفي أى بلد
- ١٢ » البعد بين بلدين وسمت أحدهما بالنسبة للآخر
- ١٣ » المطالع الفلكية والمطالع البلدية ومطالع النظير والوقت
- ١٤ » طالع المعين وطوالع المولودين وطالع العالم وتسوية البيوت الاثني عشر
- ١٥ اجراء العمليات المختصة بالكواكب وتعيين بروجها
- ١٦ مسائل اخرى تتعلق بسطح الارض كتعيين ارتفاع الاجسام وعمق الابار وسعة الانهر وجهته جريان مياهها وحساب البعد بين محلين ومعرفة أى الجبلين أقرب لمح مفروض الى غير ذلك من المسائل التي يمكن حلها بواسطة الاسطرلاب

(في اجزاء الاسطرلاب)

(١٢٨) الاجزاء الاصلية التي يتركب منها الاسطرلاب خمسة ألواح أو أكثر الى عشرة وكلها مستديرة متساوية ومصنوعة من النحاس الاصفر بسمك دقيق مثل سمك الصفح ومسطحة من غير اعوجاج ومنقوبة عند مركزها من ثلاثة ملليمترات الى سبعة أو ثمانية (شكل ٦٤) وتسمى هذه الثقوب بالحن وقطعة اخرى من نحاس (شكل ٦٥) (١) منقوبة عند مركزها على هيئة شريط سمك يساوى السمك الحاصل من وضع الألواح

الاسطرلاب وشرح القواعد المتعلقة بتسطيح الكرة ولم يعلم بالتحقيق أهذا المؤلف هو المؤسس لهذه القواعد أم غيره هو شارح لها (١) وانما يفهم من هذا ان الاسطرلاب كان معلوما في التاريخ المذكور ولكنه لم يشتهر الشهرة التامة الا في القرنين الثاني والثالث من تاريخ الاسلام

وهذه الآلة وان كانت كيفية استعمالها موضحة في عدة كتب ورسائل عربية وفارسية الا أننا لم نقف فيما رأيناه منها على تأليف مبين لكيفية وضعها ورسمها وانما توجد نفس هذه الآلة في أتيقنات وكتبخانات بترسبورغ وبرلين واسبانيا وباريس ومنها واحدة منخرقة في أتيقنات لوندرة صنعت لشخص من صفويه اسمه حسين خان وأخرى في مجموعات الآثار القديمة عند علماء الاوروبايين المشتغلين باستكشاف علوم الشرق العتيقة وقد وضعوا فيها كتباً ورسائل عديدة بلغاتهم

ورب معترض يشبه عليه وجه الصواب ويقول أى حاجة الى آلة الاسطرلاب مع وجود الآلات الحديثة مركبة كانت أوبسيطة والادوات الهندسية التي تصنع اليوم بغاية الدقة وتبين الكسور الضعيفة جداً فنجيبه بأن هذه الآلة بمفردها تغني عن جميع الآلات الحديثة وكل الصيد في جوف القرا اذ بواسطتها يمكن اجراء جميع العمليات المختلفة التي تؤخذ بالآلات الاخرى كما سنبينه

نعم لا ينكر أن الآلات الحديثة هي أدق من الاسطرلاب ولكن هذه الدقة الزائدة قد لا يضطر اليها في أغلب الاحوال والنتائج التي يحصل عليها من الاسطرلاب تكون كافية هذا الى صغر حجمها وامكان وضعها في الجيب وسهولة نقلها من جهة الى أخرى ولذلك يجدر أن تسمى بآلة الرصدية فنظراً لهذه الاسباب واطهاراً لفضل المتقدمين وبيان درجة علومهم وقصدا لتسوير أفكار المشتغلين بتقدم العلوم رأينا من الواجب ان نتكلم على هذه الآلة فأولاً نبين العمليات التي يمكن اجراؤها بالاسطرلاب وثانياً نذكر أسماء أجزائه والرسوم التي عليه وثالثاً نبين النظريات والعمليات التي يلزم مراعاتها لانشاء هذه الآلة ورسمها

(في العمليات التي يمكن اجراؤها بالاسطرلاب)

(١) قال دلمبر في كتابه في تاريخ الهيئة العتيقة والحديثة ان بطليموس لم يخترع هذه القواعد بل أخذها من كتب العلامة هيبارق الذي كان يرصد الافلاك في جزيرة رودس سنة ١٠٨ قبل ميلاد سيدنا عيسى عليه الصلاة والسلام

في الواقع فكما انه يلزم تصحيح الارصاد الفلكية لامكان فرضها حاصله من مركزي الشمس والارض كذلك يلزم تصحيح الاوقات التي يستدل عليها بواسطة البسائط لازالة الخطا الذي ينشأ عن انكسار الضوء أو عن بعد موضع البسيطة من مركز الارض لاسيما اذا كان المطلوب هو الزمان الوسطي فيتعين تعديله ولكن حيث ان هذه التصحيحات تستوجب حسابات مطولة والقصد من استعمال البسائط انما هو التجنب من الحسابات في المحلات التي يستعمل فيها الزمن الحقيقي (وهي الممالك الاسلامية) يمكن صرف النظر عن هذه التعديلات ويكفي اجراء عملية التمكين التي هي عبارة عن طرح الثمان دقائق

هذا واعلم أن البسائط المختصة ببيان الساعات الغروبية وهي المينة في الفصل الثالث والرابع والخامس من القسم الثاني كما أنه أمكن رسمها بطرق هندسية يمكن رسمها بطريق الحساب كما لا يخفى على أهل العلم والبصيرة ولكنا تجنبنا التطويل واكتفينا بذكر الطرق الهندسية

(الباب الثاني)

(في بيان بعض آثار عتيقة ونطبقها على العلوم الحاضرة)

القسم الاول

(في تسطيح الكرة)

الفصل الاول

(في بيان الاسطرلاب)

(١٢٦) قد أولع العرب في القرون المتوسطة بالعمل بالآلة المسماة بالاسطرلاب التي أخذوها عن أسلافهم واشتغلوا بتحسينها حتى أتقنوها كل الاتقان وأظهروا نتائجها للبيان وشرح هذا الآلة يوجد في المجلد الخامس من كتاب بطليموس (بتولييه) الذي ولد في الجيل الثاني من الميلاد بمدينة الاسكندرية وحصل فيها على العلوم واشتهر اسمه بين العموم حتى قصده الطلاب من جميع انحاء البلاد وهذا الكتاب يحتوي على ثلاثة عشر مجلدا جمع فيها مؤلفها كل ما تلقاه من العلوم عن أسلافه وشرحها بشروح سديدة وزاد عليها زيادات مفيدة والمجلد الخامس من هذا الكتاب يختص ببيان

رأس السبابة الاخرى تكون الشمس في ذلك الوقت عند الافق أى تكون الساعة (١٢) مساءً واذا وقع الظل على أعلى عقدة من السبابة الاخرى تكون الساعة (١١) واذا وقع على العقدة الثانية تكون الساعة (١٠) وعلى العقدة الثالثة الساعة (٩) واذا وقع على شبيه العقدة التى بين الابهام والسبابة تكون الساعة (٨) هذا ما ثبت بالتجربة

واذا اريد معرفة سبب صحة هذه القاعدة يكفى امعان النظر في الشكل التاسع والاربعين فان خطوط الساعات (٨) و (٩) و (١٠) و (١١) و (١٢) لما بعد الزوال تكاد تكون موازية لدائرة الافق فاذا تصورنا سطوح هذه الساعات مارة برأس السبابة الاولى الذى يمكن فرضه مركز العالم فهذه السطوح تلاقى السطح المار بالسبابة الاخرى وعمودى على الافق بحيث ان خطوط التلاقى التى هى خطوط الساعات المذكورة تكاد تكون موازية للافق واذا عينت نقط تلاقى هذه الخطوط بتلك السبابة الثانية فعند ما ينتقل ظل رأس السبابة الاولى على هذه النقط تتعين الساعات المذكورة وحيث ان العقد الموجودة طبيعياً في الاصبعين المفروضتين تقابل بالصدفة مواضع تلك النقط فلا حاجة لتحديد موضعها ويمكن استعمال الطريقة المذكورة آنفاً لمعرفة الاوقات المذكورة وبكثرة الاستعمال يحصل الانسان على معرفتها بدون أن يزيد الخطأ على عشر دقائق

ويستفاد من الشكل المذكور ان خطوط ساعات ما قبل الزوال ليست موازية للافق كسائر الخطوط بل تكاد تكون عمودية عليه ولهذا السبب لا يمكن استعمال الطريقة المذكورة لتحديد اوقات ما قبل الزوال

(خاتمة الباب الاول)

ان البسائط المتنوعة التى ذكرناها في الباب الاول تبين حينما يقع عليها الشعاع الضوئى أو ظل المرقم ساعات الزمن الحقيقي الزوالية والغروبية ويمكن بواسطتها تصحيح الساعات الميكانيكية الا ان هناك أمراً يلزم ملاحظته وهو أن أشعة الشمس الواقعة على سطح الارض لا تدل بالضبط على المكان التى تكون فيه الشمس على قبة السماء لان الاشعة المذكورة لاتصل اليها على خط مستقيم بل تنكسر في الهواء المحيط بالارض على حسب قانون انكسار الضوء فترى الشمس في مكان أعلى من المكان الذى هو فيه

الشمس في اليوم المقروض ولاجل ذلك يستعمل الشكل المرسوم على قوس الربع فانه يبين أيام الاشهر الرومية وبجذائها درجات البروج التي تكون عليها الشمس في تلك الايام

ففي علمت درجة الشمس بهذه الطريقة بوجه خط البسيطة الى هذه الدرجة على خط الزوال ويوضع عليها المرى ثم تؤخذ البسيطة باليدين وتمسك رأسها حتى يستر ظل احدى الهدفتين الهدفة الاخرى ويرصد خط الساعة التي يقع عليها المرى فتعلم ساعة الوقت ولا يذهب على القارى انه اذا أخذ الارتفاع قبل الزوال يلزم استعمال وجه البسيطة المخصوص لساعات ما قبل الزوال واذا صار أخذه بعد الزوال يلزم استعمال الوجه الآخر وفي كلتا الحالتين يتعين طرح ثمانى دقائق للتمكن كما قلنا فيما سبق

وللبحث عن سائر الاوقات تستعمل الطرق التي تكلمنا عليها في المائدة (٩٢) فتعلم مباشرة بدون احتياج الى اجراء التحويلات التي ذكرناها هنالك لان البسيطة التي نحن بصدددها تبين الازمان الفروية فلا حاجة اذن للتكرار هنا وليلاحظ اننا لم نرمم في الشكل (٦٢) خطى الامسالك والعشاء وذلك لضيق وجه البسيطة المختص بما قبل الزوال ولكن لاصعوبة في رسمهما على كل حال

(في كيفية تعيين الاوقات بدون استعمال ساعة ولا بسيطة حالم)

تكون الشمس مرئية بعد الزوال

(١٢٥) ان أكثر سكان الصحارى والقلوات لعدم تيسر حصولهم على آلات الساعات والبساط تراهم يستعملون طرقا اخرى استنبطوها من التجارب فيعرفون بها أوقات النهار بمجرد تظلمهم الى الشمس ويتظلمون أشغالهم عليها وهذه الطرق صحيحة ومطبقة على أدق القواعد العلمية

فن ذلك انهم يضعون أيديهم على الهيئة المرئية في الشكل (٦٣) ويرصدون ظل احدى السبابتين الواقع على الاخرى فيعرفون الوقت ولبيان ذلك نقول ضع يدك بحيث ان الابهامين يتلاصقان من طرفيهما ويكونان افقيين وأبقى السبابتين عموديتين عليهما ثم أطو الوسطى والبصر والخنصر فالابهامان والسبابتان يكونان مستويا رأسيا اذا اتجه هذا المستوى نحو الشمس ورصد ظل رأس احدهما يرى انه اذا وقع ذلك الظل على

وحيث ان هذا الارتفاع هو على نفس دائرة نصف النهار يكون عبارة عن غاية الارتفاع فاذا رسمنا خطا يصنع زاوية مع (ب د) شكل (٥٩) مساوية لهذا الارتفاع ومددناه الى ان يلاقى خط الزوال فنقطة التلاقى تكون نقطة انتهاء خط الساعة (٥) المطلوبة

وقد استعملنا هذه الطريقة لايجاد ارتفاعات سائر النقط وأدرجناها في الجدول نمرة (١٦٠) الذى فى ذيل الكتاب

(فى كيفية تعيين البروج والشهور)

(١٢٢) يعلم مما تقدم فى مادى (٨٣) و (٨٧) انه يمكن رسم درجات البروج وتقسيمات الشهور بالطرق الهندسية على حرقى بسيطة اليد فى كل من جهتى ما قبل الزوال وما بعد الزوال ولزيادة الدقة يلزم حساب غايات الارتفاعات من ثلاث درجات الى ثلاث درجات أى من ثلاثة أيام الى ثلاثة أيام وقد فعلنا ذلك وحررنا الجدولين نمرة (١٧) ونمرة (١٨) ثم رسمنا فى الشكل (٢٩) بالطرق الهندسية غاية الارتفاع المقابل لكل من برج الميزان وبرج الحوت وعينا محلى هذين البرجين فيمكن بهذه الطريقة رسم البروج الأخرى

(فى رسم خطوط العصر وصلاة العيد وسمت القبلة)

(١٢٣) لرسم هذه الخطوط يمكن استعمال الطرق التى تقدم بيانها فى المواد (٨٨ و ٨٩ و ٩٠ و ٩١) فراجعها ان شئت

(فى كيفية استعمال هذه البسيطة)

(١٢٤) يتعين رسم بسيطة اليد بالطرق المتقدم ذكرها على وجهى قطعة من خشب جاف قوى وتسمى خطوط العمليات ثم يدهن الخشب بدهان لماع ويقطع على شكل ربع دائرة بابقاء هدفين على أعلاه كما ترى فى الشكل (٥٩) بحيث ان ظل احدهما يخفى الأخرى ثم يجرى امرار خيط من المركزين (ب و ب) ويعلق فيه ثقل ويوضع على الخيط المذكور خيط آخر قصير الطول أبيض اللون يسمى بالمرى

ويرى فى الشكل (٩٢) بسيطة يد قد حسبت ورسمت بالنسبة الى عرض دار السعادة فاذا اريد استعمالها فى أى يوم كان يبحث ابتداء عن الدرجة التى تكون عليها

المذكورة لاتتلاقى مدار الجدى ويلزم بناء على ذلك لتعيين كل خط من هذه الخطوط استعمال مدار السرطان وخط الاستواء ومدار يوى خلاف مدار الجدى وتعين ثلاث نقط من كل خط ويرسم منها قوس دائرة كما سبق مثل ذلك ويرى بسهولة ان معظم خطوط ساعات ما بعد الزوال تنتهى من جانبها على مدار السرطان ومدار الجدى وأما خطوط ساعات ما قبل الزوال فحيث انها أقواس دوائر فان بعضها ينتهى على المدارين وبعضها ينتهى الى خط الشروق وفي الحالتين جميع خطوط الساعات التى بين الساعة (٤) وثلاثة أرباع والساعة (٧) وربيع تكون منتهية الى خط الزوال وحيث ان تعيين هذه الخطوط لايجل من فائدة فليسان كيفية رسمها نقول

اذا أريد تعيين نقطة تلاقى خط الزوال بخط الساعة (٥) مثلا نلاحظ ان هذه النقطة تقابل غاية ارتفاع الشمس ليوم مجهول وحيث ان غايات الارتفاعات فى جهة الشمال تعادل (تمام العرض + ميل الشمس) وفى جهة الجنوب تعادل (تمام العرض - ميل الشمس) فلو علمنا ميل الشمس حينما تصل على قبة السماء الى نقطة تلاقى خط الساعة (٥) بدائرة نصف النهار لحصلنا على المطلوب ولمعرفة ذلك نقول اذا نظرنا الى فضل الدائر لتلك النقطة وهو القوس الذى بين نصف نهار المحل والسطح السويى المار بالنقطة المذكورة نجد انه يساوى نصف قوس مدة نهار ذلك اليوم وهى المدة التى بين خمس ساعات واثنى عشرة ساعة أى سبع ساعات أو بالتقويس ١٠٥ مثال ذلك ليكون القوس (س ح) (شكل ٦٠) نصف مدة النهار فحيث انه يقاس على خط الاستواء يكون عبارة عن القوس (ب د) وهذا مركب من جزأين (م ب) و (م د) أما (م ب) فيساوى ٩٠ فب طرحها من ١٠٥ يبقى ١٥ وهى نصف فضلة اليوم المفروض (م د) وحيث ان الزاوية (س م د) تعادل تمام عرض البلد فيمكن استخراج ميل الشمس (س د) لليوم المجهول من المثلث الكروى القائم الزاوية (س م د) اذ لنا منه

$$\text{مماس (س د)} = \text{مماس (تمام العرض)} \times \text{جيب (نصف الفضلة)}$$

فجعل هذه المعادلة نجد ان ميل الشمس يساوى ٤٨° ٣٤' ١٦" وحيث ان هذا الميل شمالى يلزم ضمه الى تمام العرض المساوى ٤٩° فيحصل ٤٨° ٣٤' ٦٥" وهو الارتفاع على الافق لنقطة تلاقى خط الساعة خمسة بنصف نهار المحل

ومن المعلوم انه وقما تكون الساعة (١٢) من المساء تكون الشمس في الغروب ويكون ارتفاعها صفرا فكذلك ارتفاعها يكون صفرا وقت الشروق وبوضع مقادير زوايا الساعات الاخرى في القانون المذكور آنفا يمكن تعيين ارتفاعات الشمس حينما تكون على نقط الساعات المذكورة وعلى نقط اربعها وقد فعلنا ذلك وحررنا الجدول (٥) المتقدم ذكره وقد أجرينا هذه الحسابات أيضا بالنسبة الى مساقط سائر المدارات اليومية التي رسمناها في المادة السابقة وحررنا الجداول ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥ لعرض دار السعادة على نسق الجدول (٥) بجبر أعداد النوائى أو حذفها

وبعد معرفة ارتفاعات الشمس بالوجه المذكور يلزم رسم خطوط الساعات في الشكل (٥٩) فإذا أريد رسم خط الساعة (١١) مثلا لما بعد الزوال يبحث عن هذه الساعة في الجدول نمرة (٥) فيوجد بجذائها في خانة ارتفاعات الشمس العدد $10^{\circ} ٥'$ فيرسم الخط (ب م) بحيث يصنع هذه الزاوية مع الخط (ب ح) وتكون نقطة تلاقيه (م) بالقوس (د هـ) هي نقطة الساعة (١١) لذلك اليوم ثم يبحث في الجداول الاخرى ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١ وهكذا عن ارتفاعات الشمس بالنسبة للساعة المفروضة ويرسم من نقطة (ب) خطوطا مستقيمة صاعدة مع (ب ح) زوايا مساوية لهذه الارتفاعات وتعين نقط تلاقي كل منها بمسقط المدار اليومي الذي يقابلها في الجداول ونضم جميع هذه النقط بالمنحنى (م ع) فيكون هو خط الساعة (١١) وكذلك اذا أردنا رسم خط الساعة الثالثة لما قبل الزوال نأخذ الجداول المختصة بآخر الحوزاء وخط الاستواء وقوس آخر مدار يومي ونبحث فيها عن ارتفاعات الشمس المقابلة للساعة (٣) ونرسم الزوايا (د ب م) و (د ب س) و (د ب ع) مساوية لها ونعين النقط (م و س ع) ونرسم منها قوس دائرة فيكون هو خط الساعة (٣) المطلوب ثم اذا بحثنا في سائر الجداول عن ارتفاعات الشمس المقابلة لنقط الساعة (٣) للايام الاخرى ورسمنا مساقط مدارات الشمس في الايام المفروضة بجميع النقط التي تعين توجد على نفس خط الساعة (٣) المذكور والحاصل انه متى رسمت خطوط الساعات بالطريقة المقدمة يتم رسم البسيطة ولا يبقى الا وضع أرقام الساعات بمجذاه كل خط الا انه يتعين ملاحظة انه في جهة البسيطة المختصة بساعات ما قبل الزوال يوجد خط الساعة (٣) في وسط سائر الخطوط بحيث ان خطوط الساعات التي قبل الساعة

$$ب = د + ٩٠ + \text{ميل الشمس} - و (٢)$$

$$\text{جيب (ارتفاع الشمس)} = \text{تمام جيب (ب د)} \frac{\text{تمام جيب (تمام العرض)}}{\text{تمام جيب (و د)}} (٣)$$

فبواسطة هذه القوانين يمكن استخراج ارتفاع الشمس لكل نقطة

مثال ذلك ليكن عرض البلد (٤١°) ولنفرض الشمس على درجة ٣٠ من برج الجوزاء

في يوم ٩ حزيران فلنا ميل الشمس = ٣٠° ٢٧' ٢٣" ونصف قوس النهار = ٩٠°

١١٢

ثم تمام ميل الشمس = ٣٠° ٢٢' ٦٦" وغاية ارتفاع الشمس = ٣٠° ٢٧' ٧٣"

واذا اريد تعيين نقطة الساعة (١١) بعد الزوال نبعث في الجدول (٥) عن قيمة زاوية

هذه الساعة فنجد في الخانة الثانية انها خامس عدد وهو يساوى ٩٧° ٩' ولناذن

$$(١) \left\{ \begin{array}{l} \text{لونا محاس (٤٩)} = ٠.٠٦٠٩٦٣٨ \\ \text{لونا تمام جيب (٩٧° ٩')} = ٩٠.٩٥٠٥٥٦ \quad \left[\begin{array}{l} \text{لان تمام جيب الزاوية يساوى} \\ \text{ناقص تمام جيب متممها} \end{array} \right] \\ \text{لونا محاس (و د)} = ٩٠.١٥٥٨٩٢٥ \\ \text{ومنه و د} = ٨٠ ٨' ٥٤'' \end{array} \right.$$

$$(٢) \left\{ \begin{array}{l} ٩٠ \\ \text{ميل الشمس} = ٣٠° ٢٧' ٢٣'' \\ \text{٩٠ - ميل الشمس} = ٣٠° ٢٢' ٦٦'' \\ + ٨٠ ٨' ٥٤'' = د \\ \text{ب} = ٧٤° ٤١' ٢٤'' \end{array} \right.$$

$$(٣) \left\{ \begin{array}{l} \text{لونا تمام جيب (ب د)} = ٩٠.٤٢١٦٧٢٠ \\ \text{لونا تمام جيب (٤٩)} = ٩٠.٨١٦٩٤٢٩ \\ \text{التمام العددي للونا تمام جيب (و د)} = ٠.٠٠٤٤٠٦٧ \\ \text{لونا جيب (ارتفاع الشمس)} = ٩٠.٢٤٣٠٢١٦ \\ \text{فيكون ارتفاع الشمس} = ١٠° ٤٢' ٤٠'' \end{array} \right.$$

ويظهر من ذلك أنه في يوم تسعة حزيران عند ما تكون الشمس على ارتفاع عشر

درجات وأربع دقائق واثنين وأربعين ثانية تكون حينئذ على نقطة الساعة (١١)

بالضبط

فضل الدائر أعنى الزاوية القطبية المحصورة بين السطح السويى المار بنقطة الغروب
 و سطح نصف النهار مساويا لنصف قوس النهار الذى تقدم تعيينه بالحساب فبصرف
 النظر عن عدد الثوانى الذى فيه يكون فضل الدائر المقابل لنقطة الساعة (١٢) هو
 ١١٢° ٩' فنضع هذا العدد فى الخانة الثانية المعنونة بزوايا الساعات تجاه عدد الساعة
 (١٢) ثم لايجاد زاوية الساعة ١١ و ٥٠ دقيقة فنحوّل ربع الساعة أى ١٥ دقيقة الى
 كمية قوسية فنجد ٤٥° ٣' نطرحها من ١١٢° ٩' فيبقى ٦٤° ١٠' ٨" ويكون هو
 زاوية الساعة ١١ و ٥٠ دقيقة فنكتبه فى الخانة المذكورة حذاء هذا العدد وباجراء
 هذه العملية على هذا العدد وما يحدث بعده نحصل على جميع زوايا الساعات المرقومة
 فى الخانة الاولى ونجد أن زاوية الساعة ٤ و ٥٠ دقيقة أى زاوية أقرب نقطة بعد
 الزوال من سطح نصف النهار هى ٢٤° ٣' وحيث ان هذا العدد أصغر من قيمة قوس
 ربع الساعة وهو ٤٥° ٣' ينتج من ذلك ان الفرق ٢١° بين هذين العددين هو عبارة
 عن فضل الدائر لاول نقطة قبل الزوال المقابلة للساعة ٤ و ٣٠ دقيقة أى زاوية هذه
 الساعة المساوية للزاوية (د ب) شكل (٣٩) التى بين سطح نصف النهار والسطح
 المار بالقطب والنقطة المذكورة وبناء على ذلك يلزم كتابة الرقم ٢١ دقيقة فى الخانة
 الثانية من خانات ما قبل الزوال بحذاء الرقم ٤ ساعات و ٣٠ دقيقة وبإضافة ٣ درجات
 و ٥٠ دقيقة الى ٢١ دقيقة نجد ٢٦° ٤' وهى زاوية الساعة ١٥ دقيقة ٤ ساعات
 فنكتبها تحت الرقم الاول ثم بإضافة ٤٥° ٣' الى ٢٦° ٤' نجد زاوية الساعة ٤ وهلم جرا
 الى أن نصل الى زاوية ساعة وقت شروق الشمس أى الزاوية ١١٢° ٩'

فبواسطة زوايا ساعات ما بعد الزوال وما قبله المدرجة فى هذا الجدول يمكن استخراج
 ارتفاع الشمس (ب ح) (شكل ٣٩) وذلك بان نلاحظ اننا نعلم من المثلث الكروى
 (ب د س) الزاوية القطبية (د) لانها تساوى احدى زوايا الساعات المذكورة ثم
 ضاعها (ب د) و (د س) وينتج لنا بملاحظة ماتقدم فى المادة (٨٢)

مماس (د س) = مماس (تمام العرض) × تمام جيب (زاوية الساعة) ٠٠٠٠ (١)
 فلنقط الساعات الشمالية يكون

$$ب د = ٩٠ - \text{ميل الشمس} \mp د س ٠٠٠٠ (٢)$$

تؤخذ العلامة + اذا كانت زوايا الساعات أكبر من ٩٠° وتؤخذ العلامة - اذا كانت
 الزاوية أقل من ٩٠° ولنقط الساعات الجنوبية يكون

وبتحويل ذلك الى كمية زمانية نجد

ث	د	س
٣٩ = نصف مدة النهار	٣٨	٧
١٨ = فدة النهار	٥٧	١٤
ث	د	س
٤٢ = مدة الليل	٢	٩ وقت الشروق
ث	د	س
٢١ = وقت الزوال	٣١	٤

فبعد ايجاد هذه المقادير بالطريقة المذكورة يلزم تعيين ارتفاعات الشمس حين وصولها الى نقط تلاقي مداراتها في اليوم المفروض بخطوط الساعات الغروبية ولاجل ذلك يلزم انشاء جدول مثل الجدول غمرة (٥) الذي في آخر الكتاب يحتوى على خانات ثلاث منها مختصة بما بعد الزوال والثلاث الاخر بما قبل الزوال ففي أول خانة يوضع الرقم ١٢ ساعه الدال على وقت الغروب وهو وقت وجود الشمس على الافق ثم يطرح منه ١٥ دقيقة أى ربع ساعة ويكتب الباقي ٤٥ دقيقة ١١ ساعه تحته ويطرح ربع ساعة من هذا العدد ويكتب الباقي ٣٠ دقيقة ١١ ساعه تحته وهكذا يطرح من كل عدد ربع ساعة الى أن يوجد وقت أول نقطة لما بعد الزوال وهو ٤ ساعات و ٤٥ دقيقة فيكتب في آخر الخانة لانا علمنا من الحساب الذى تقدم ان وقت الزوال هو ٢١ ثانيه ٣١ دقيقة ٤ ساعه فنقطه الساعة ٤ و ٤٥ دقيقة تكون حينئذ لما بعد الزوال ونقطه الساعة ٤ و ٣٠ دقيقة تكون ضرورة لما قبل الزوال أعني ان هاتين النقطتين هما أقرب نقط الساعات من نصف النهار أى ان دائرة نصف النهار توجد ما بين النقطتين المذكورتين ومن ذلك يعلم لزوم وضع الرقم ٤٥ دقيقة ٤ ساعه في خانة ساعات ما بعد الزوال ولزوم وضع الرقم ٣٠ دقيقة ٤ ساعه حينئذ في أول خانة ساعات ما قبل الزوال فبتنقيصه ربع ساعه نجد العدد ١٥ دقيقة ٤ ساعات فنكتبه تحته ثم ننقص هذا العدد ربع ساعة أيضا وهكذا كما علمنا في الخانة الاولى حتى نصل الى وقت شروق الشمس الذى علمناه بالحساب فندرجه في آخر الخانة هذا ما يختص بالساعات

وأما زوايا الساعات فلتعيينها نلاحظ أنه حين تغرب الشمس في الساعة (١٢) يكون

$$\text{مماس (س م)} = \text{مماس (م)} \text{ جيب (م م)}$$

الذى منه

$$\text{جيب م م} = \frac{\text{مماس (س م) أى ميل الشمس}}{\text{مماس (م) أى تمام عرض البلد}}$$

فتحسب القوس (م م) أى نصف الفضلة ثم نضيف اليه تسعين درجة من جهة الشمال أو نطرحه من تسعين درجة من جهة الجنوب فنجد نصف قوس النهار ونضعه يعلم قوس النهار

(والثانية) ان نفرض (ح ح) (شكل ٦١) مدار الشمس اليومى وبناء على ما ذكر فى المادة (١٥٠) من القسم الثانى ندوره حول قطره حتى يأخذ الوضع (ح د ح د) ثم نرسم من نقطة (د) الخط (د د) موازيا لمحور العالم فهذا الخط يقسم المدار اليومى المفروض الى قسمين قوس النهار وقوس الليل والاول هو (د ح د) ونصفه يكون (د ح) فاذا تعين مقدار هذا النصف بواسطة المنقلة وتحول الى كمية زمانية تعلم مدة النهار ونصفها ثم بطرح مدة النهار من أربع وعشرين يكون الباقي مدة الليل ويكون آخر هذه المدة وقت الشروق وبأخذ نصف مدة الليل يعلم وقت زوال ذلك اليوم

فاذا اريد استعمال الطريقة الاولى من هاتين الطريقتين لتعين مدة النهار في يوم وجود الشمس على الدرجة (٣٠) من برج الجوزاء مثلا يلاحظ ان ميل الشمس فى ذلك اليوم يكون كليا أعنى مساويا لثلاث وعشرين درجة وسبع وعشرين دقيقة وثلاثين ثانية واذا فرضنا ان المحل الذى يراد عمل البسيطة فيه هو دار السعادة التى تمام عرضها يساوى ٤٩ تأخذ العملية الصورة الآتية

$$\text{لونا مماس } ٣٠^\circ ٢٧' ٢٢'' = ٩,٦٣٧٤٣٧٦$$

$$\text{والتمام العددي للونا مماس } ٤٩^\circ = ٩,٩٣٩١٦٣١$$

$$\text{لونا جيب نصف الفضلة} = ٩,٥٧٦٦٠٠٧$$

ومن ذلك

$$\text{م م} = \text{نصف الفضلة} = ٤٥^\circ ٩' ٢٢''$$

$$\text{وبإضافة م م} = ٩٠^\circ$$

$$\text{يحدث نصف قوس النهار} = ٤٥^\circ ٩' ١١٢''$$

وبتحويل

و (ب ح) و (ب ح) و ... وهكذا ومددناها الى أن تلاقى خط الغروب (ب ح) تكون هذه الاقواس مساقط المدارات اليومية فبأخذ نقطة على كل منها واستعمال الطريقة الآتية ذكرها لتعيين خطوط الساعات تتمين هذه الخطوط بوجه يقرب جدا من الصحة

(في رسم خطوط الساعات)

(١٢١) اذا اريد رسم خطوط الساعات من ربع ساعة الى ربع ساعة يكفي كما يعلم مما ذكر في مادتي (٨٢) و (٨٦) فيما يتعلق ببسيطة اليد الزوالية معرفة ارتفاع الشمس حين وصولها الى نقط تلاقى خطوط اربع الساعات الغروبية للمدارات اليومية التي عينت في المادة السابقة مثال ذلك اذا فرضنا أن خط ساعة غروبية يلاقى مدار السرطان (م م) شكل (٣٩) في نقطة (ب) فارتفاع الشمس بالنسبة لهذه النقطة يكون (ب ح) ولاستخراجه نلاحظ كما سبق في بسيطة اليد الزوالية أنه يعلم من المثلث الكروي (ب ق د) (شكل ٣٩) الضلع (ب ق) المساوي لتمام ميل الشمس والضلع (ق د) المساوي لتمام عرض البلد والزاوية (د ق ب) المساوية لفضل الدائر أي للزاوية الساعية فيمكن حينئذ استخراج الارتفاع المذكور (ب ح) . وهناك أمر مهم يلزم الالتفات اليه وهو ان مبدأ الساعات الغروبية ليس هو دائرة نصف النهار فالزاوية (ب ق د) المذكورة لانهين حينئذ على جانبي تلك الدائرة أقواس اربع الساعات كما هو شأنها في الساعات الزوالية اذ مبدأ الساعات الزوالية هو خط نصف النهار فخطوط ساعاتها تكون اذن على أوضاع متناظرة بالنسبة لهذا الخط وتصنع معه زوايا يمكن استخراج مقدار كل واحدة منها بتحويل الساعة المبينة بالخط الصانع تلك الزاوية الى مقدار قوسي هذا بخلاف الساعات الغروبية فان مبدأها هو الافق الغربي وليست خطوط ساعاتها على أوضاع متناظرة بالنسبة الى دائرة نصف النهار ولذلك لا يمكن تعيين الزاوية (د ق ب) بالوجه المشروح بل تعين بالطريقة الآتية ذكرها وهي

أن يبحث أولا عن أقواس مدارات الشمس اليومية التي فوق افق المحل الذي يراد استعمال البسيطة فيه أي عن مدد النهار في ذلك المحل وثانيا تنصف تلك الاقواس وثالثا تعين أوقات شروق الشمس في المحل المذكور ولذلك طريقتان (الاولى) — ان نأخذ قانون المثلثات الكروية (شكل ٦٠)

ل) ويكون احدهما خط زوال البسيطة لساعات مابعد الزوال والاخر خط زوالها لساعات ما قبل الزوال

وحيث ان خطوط الساعات لما قبل الزوال هي أقواس دوائر فاذا عيننا نقطة على كل من الخطوط (هـ ر) (ك و) (ل ح) التي هي مساقط نصف مدة نهار كل من مدار السرطان ومدار الجدى وخط الاستواء تحدث ثلاث نقط اذا رسمنا منها قوس دائرة يحدث خط ساعة من ساعات ما قبل الزوال وبتعيين نقط اخرى نرسم خطوطا اخرى من خطوط الساعات المذكورة وأما خطوط ساعات مابعد الزوال فنحن حيث انها أقواس منحنيات كيفما اتفق فلا يمكن رسمها بواسطة ثلاث نقط كما ذكر بل يلزم تعيين مساقط جلة محركات يومية للشمس خلاف مساقط المدارين وخط الاستواء

فلنفرض المحركات اليومية المقابلة للدرجات المرقومة بمطادة البروج الآتي ذكرها وهي

درجه	درجه
الجزء	٣٠
السرطان	٣٠
الاسد	١٥
العقرب	٣٠
القوس	٣٠
السنبله	١٧
	٣٠

ولنرسم مساقطها على وجه البسيطة المختص بساعات ما بعد الزوال فيحدث أحد عشر مسقطا اذا أخذنا على كل منها نقطة واحدة تعين خطوط الساعات المطلوبة بوجه التقريب وحيث اتنا فيما سبق رسمنا مساقط المدارين وخط الاستواء فلنرسم مساقط المدارات الثمانية الاخر نبحث عن أعظم ارتفاعها فنلاحظ انها في البروج الشمالية تساوى عرض البلد مضافا اليه ميل الشمس حين وصولها الى تلك الدرجات وفي البروج الجنوبية تساوى عرض البلد مطروحا منه الميل المذكور وتكن (ح ب د) و(ح ب د) و(ح ب د) وهكذا هي هذه الارتفاعات فاذا رسمنا هذه الزوايا على خط (ب د) وعينا النقط (ح د و ع ر) وهكذا التي هي نقط تلاقي اضلاع تلك الزوايا بالقوس (هـ ك ل) ثم وصلنا من هذه النقط الى نقطة (ب) وجعلنا هذه النقطة مركزا ورسمنا أقواس دوائر بانصاف أقطار مساوية للابعاد (ب ح)

و(ب)

الوجهين نقطتين متقابلتين مثل (ب و ب) ونجعل كلا منهما مركزا للبيضة التي من جهته ثم نرسم المستقيمين (ب س) و (ب س) ونفرض كلا منهما الافق ثم نرسم عليهما العمودين (ب ح) و (ب ح) فيكونان خطين رأسيين والخط (ب د) يسمى خط الشروق لان الشمس حين تشرق تكون على الخط الافقي المار بنقطة (ب) والخط (ب ح) يسمى خط الغروب لانها حين تغرب تكون على الخط الافقي المار بنقطة (ب)

فلنجت الآن عن كيفية رسم مساقط الدوائر اليومية على كل من وجهي اللوحة المنروضة بمقتضى ما ذكر في المادة (٨٢) فيما يتعلق ببسيطة البد الزوالية نعين أعظم ارتفاعات الشمس وأصغرها وأوسطها في السنة بالنسبة لعرض المحل المراد استعمال البسيطة فيه وبعبارة أخرى نأخذ غاية ارتفاع كل من مدار السرطان (المساوي لتمام العرض + ميل الشمس الكلي) ومدار الجدي (المساوي لتمام العرض - ميل الشمس الكلي) وخط الاستواء (المساوي لتمام العرض) ونرسم من نقطتي (ب و ب) خطوطا صائغة مع (ب ح) و (ب د) زوايا مساوية لهذه المقادير فتمتد الخطوط (ب هـ) (ب ل) (ب ك) و (ب هـ) (ب ل) (ب ك) ثم من نقطة (ب) ونصف قطر مثل (ب د) مناسب للعظم المراد اعطاؤه للبسيطة نرسم قوس دائرة حتى يقطع خط (ب هـ) وليكن (د هـ) هذا القوس فهو عبارة عن مسقط نصف مدة نهار مدار السرطان بنفس هذه الطريقة نحصل على مسقط نصف مدة نهار خط الاستواء وهو القوس (ب ك) ثم نأخذ (ب د = ب د) ونرسم من (ب) القوس (ب ل) فيكون عبارة عن مسقط نصف مدة نهار مدار الجدي بنفس هذه الطريقة أيضا نجد على الوجه الثاني من البسيطة الاقواس الثلاثة (ب ل) (ب ك) (ب د هـ) فالاول يدل على مسقط نصف مدة نهار مدار الجدي والثاني على مسقط نصف مدة نهار خط الاستواء والثالث على مسقط نصف مدة نهار مدار السرطان هذا وقد رسمنا في احدي البسيطتين مدار السرطان قريبا من المركز وفي الاخرى بعيدا عنه وذلك لتبيين انه لا فرق بين هذين الموضعين

وفي هذه الحالة تكون النقط (ب هـ و ب ل و ب هـ و ب ك و ب ل و ب ك) المرسومة على وجهي الشكل هي نقط غاية الارتفاع أي مساقط ثلاث نقط كائنة على خط نصف النهار وعلى ذلك اذا رسمنا من ثلاث نقط معلومة قوس دائرة نجد القوسين (ب ل) و (ب هـ)

طرفيه على قضيبين آخرين موضوعين على حرفي نصف الاسطوانة وضعا أفقيا كما ترى في الشمس فهذه الكيفية يمكن تدوير اللوحة في أى جهة من جهاتها الاربع على حسب مواقع الشمس

هذا وقبل استعمال هذه البسيطة لابد من مراعاة أمور ثلاثة (أولها) ان حرفي نصف الاسطوانة يكونان في سطح أفقي بالضبط (وثانيها) ان نصف نهار البسيطة ومحور الاسطوانة ومركز ثقب اللوحة توجد جميعها في سطح نصف نهار المحل (وثالثها) أن يوضع أساس متين تحت الاسطوانة لحفظها في هذا الموضع

الفصل السادس

(في بيان ببسيطة اليد)

(١١٩) كما أنه يمكن رسم ببسيطة الساعات الغروبيية على سطح ثابت يمكن رسمها أيضا على سطح غير ثابت يمكن بمجرد تعريضه للشمس معرفة الساعات وأوقات الصلاة وتسمى حينئذ ببسيطة اليد

والنظريات والعمليات اللازم مراعاتها في رسم هذه البسيطة هي مثل التي تقدم ذكرها في الفصل الخامس من القسم الاول عند الكلام على ببسيطة اليد الزوالية ماعدا بعض ايضاحات خصوصية نذكرها هنا وهي ان خطوط الساعات الغروبيية التي تصورها على الكرة السماوية ليست مقسومة شرقا وغربا الى أقسام متساوية بدائرة نصف نهار المحل كما هو حاصل لخطوط الساعات الزوالية وقد بينا ذلك في المادة (٩٩) والشكل (٤٩) وحينئذ فلا يمكن رسم خطوط الساعات اليوم الواحد على وجه واحد من سطح البسيطة كما فعلنا ذلك للبسيطة الزوالية بل لابد من جعل خطوط ساعات ما قبل الزوال على وجه وخطوط ساعات ما بعد الزوال على الوجه الآخر وسترى في الشكل (٥٩) و (٦٢) ان الخطوط الاول هي أقواس دوائر تامة والخطوط الاخر أقواس منحنيات ليست بدوائر تامة

(في رسم مساقط الدوائر اليومية أى المنحنيات المظلمة وخط الزوال)

(١٢٠) ليكن (س ب ح) (شكل ٥٩) أحد وجهي السطح المطلوب رسم البسيطة عليه وهو قطعة لوحة مثلا و (د ب س) الوجه الآخر ولترسم على الوجه الاول خطوط ساعات ما بعد الزوال وعلى الوجه الثاني خطوط ساعات ما قبل الزوال فنأخذ على

جميع النقط المقابلة للمدارين بخطين منحنيين فيحدث المنحنيان المظلمان لكل من مدار السرطان ومدار الجدى أعنى الفصلين المشتركين بين الاسطوانة والمخروطين السابق ذكرهما ثم توصل كل نقطة ساعة من نقط أحد المدارين بنقطة تلك الساعة من نقط المدار الآخر فتحدث خطوط الساعات ولكن حيث ان هذه الخطوط كلها قطوع ناقصة فالأوفق ان تعين نقطة ثالثة من نقطها ويمكن إيجاد هذه النقطة عند البحث عن الفصل المشترك بين سطح الاستواء وبين نصف الاسطوانة فانها توجد على معدل نهار البسيطة الذى هو عبارة عن الفصل المشترك المذكور فلنبحث اذن عن النقط التى على خط تقاطع الاسطوانة بالجزء (ف م) من خط الاستواء فنقول

حيث ان سطح الاستواء عمودى على سطح المساقط الرأسية يمكن اعتباره سطحاً من السطوح المسقطية وبناء عليه يمكن بالطريقة التى تقدمت إيجاد الفصل المشترك بينه وبين الاسطوانة أى (م م) وهو معدل النهار أيضاً ثم نرسم خطوطاً مستقيمة من نقطة (م م) ومن المساقط الافقية للنقط التى على الخط (ط م) ونعدها الى ان تلاقى معدل النهار المذكور فكل نقطة من نقط التلاقى تكون حينئذ نقطة ثالثة نلحظ من خطوط الساعات أى من القطوع الناقصة

وبناء على ما ذكر اذا رسمنا أقواس قطوع ناقصة من النقط الدالة على ساعة واحدة الموجودة على كل من المنحنيين المظلمين وعلى معدل النهار نكون قد رسمنا خطوط ساعات البسيطة المطلوبة

وليعلم أنه اذا أريد رسم الاقواس المذكورة بزيادة الضبط يمكن تعيين نقط أخرى لكل واحد منها ما بين كل من المدارين وبين خط الاستواء وذلك بتعيين بعض دوائر يومية للشمس واجراء العمل عليها كما أجريناه على المدارين

(فى نقل البسيطة من الرسم الى داخل سطح الاسطوانة)

(١١٨) مهما كانت الطريقة المستعملة من هاتين الطريقتين لإنشاء البسيطة فان ذلك لا يكون الا عبارة عن رسم البسيطة على الورقة فقط ولا بد بعد ذلك من نقل الرسم الى داخل الاسطوانة بقواعد الانكشاف المعلومة فى الهندسة الوصفية وهى ان يرسم على ورقة هيئة انكشاف الشكل المرسوم داخل الاسطوانة (ن ك) وتوضع تلك الورقة فى داخل اسطوانة من حجم الرسم المذكور ثم ينقل الرسم من الورقة على سطح الاسطوانة وتوضع بعد ذلك اللوحة المنقوبة فى محلها (م) على قضيب مرتكئ من

الافقية لنقط التلاقى تكون هذه المساط عبارة عن النقط التى تمر بها خطوط الساعات ولنبحث اذن عن تعيين المساط المذكورة فنقول ان الخطوط الشعاعية السابق ذكرها تشكل المخروطين (هـ هـ م) و (ل ل م) بحيث ان جزيئهما (ب هـ م) و (ح ل م) يوجدان داخل نصف الاسطوانة فاذا عينا الفصلين المشتركين بين هذين الجزئين وبين سطح نصف الاسطوانة المذكورة نكون قد رسمنا المنحنيين المطلين

ولما كانت كيفية تعيين الفصل المشترك بين مخروط واسطوانة بقواعد الهندسة الوصفية تتعلق بموضع كل من هذين الشكلى فسنبجى العمل على حسب المواضع الظاهرة فى الشكل (٥٨) بالكيفية الآتية

وذلك ان نعين نقطة تلاقى سطح الاسطوانة بكل مولد من مولدات المخروطين أى بكل خط من الخطوط الشعاعية فهذه الطريقة توجد جميع المساط الرأسية والافقية للخطوط المذكورة فلنبحث عن نقطة تلاقى نصف الاسطوانة بخط شعاع الساعة (١١) مثلا الذى هو عبارة عن المولد (م م) للمخروط (هـ هـ م) بان نرسم من الخط المذكور سطح مسقطه الرأسى وليكن (م م) أثر الرأسى فيقطع سطح الاسطوانة على خط توجد عليه بالضرورة النقطة المطلوبة

ولاجل رسم خط تقاطع هذا السطح بالاسطوانة نفرض مرور سطح افقى بحيث انه يقطعهما الاثنى فنعين المسقط الافقى لخط تقاطعه بالاسطوانة الذى هو عبارة عن أحد مولداتها ونأخذ بعد ذلك نقطة تقاطع الاثر الرأسى للسطح القاطع والاثر الرأسى (م م) للسطح المسقطى المذكور ونرسم منها عمودا على المولد الذى صار تعيينه فيكون موقع هذا العمود عبارة عن نقطة من نقط الفصل المشترك بين الاسطوانة والسطح الرأسى المار ذكره واذا كررنا العمل بهذه الصورة على عدة سطوح افقية قاطعة تحصل على جملة نقط وبضم بعضها الى بعض ينتج منحنى هو عبارة عن جزء من الفصل المشترك بين الاسطوانة والسطح المسقطى المتقدم ذكره . وأما النقطة المبعوث عنها وهى المسقط الافقى لنقطة تلاقى الاسطوانة بالخط (م م) فتوجد على هذا المنحنى كما قلنا وعلى خط (م م) فبعد هذا الخط على استقامته حتى يلاقى المنحنى المذكور نجد نقطة تلاقيهما (١١) هى النقطة المطلوبة

ويلزم بعد تعيين نقط الساعات فى داخل الاسطوانة (و ك) بالكيفية المتقدمة ضم

جميع

المسقط الافقي لخط تقاطع هذا السطح بسطح الاسطوانة ومسقط تقاطعه بسطح الساعة المقروض فهذان المسقطان يتقاطعان في نقطة تكون احدى النقط التي يمر بها مسقط الفصل المشترك المطلوب أى خط الساعة المقروضة

وبهذه الطريقة يمكن تعيين أربع نقط أو خمس اكل خط من خطوط ساعات بسيطتنا فبضم بعضها الى بعض بخط منح توجده الخطوط المطلوبة كلها ولكن يلزم ملاحظة أمر وهو أن الفصل المشترك بين كل سطح وبين نصف الاسطوانة هو نصف قطع ناقص ونحن في رسم البسيطة لا نحتاج الا لجزء منه فقط فلهذه السهولة العمل لا ينبغي رسم الجزء الذى لا ينتفع به وأما الجزء المحتاج اليه فهو المحصور بين المستقيمين الواصلي المسقط الافقي لمركز الكرة بالمسقطين الافقيين لنقطتي المدارين الدالتين على الساعة المبحوث عن خطها

مثال ذلك اذا أردنا تحديد الخط المنحنى المين للساعة (١١) نبحث عن المسقطين الافقيين (د) و (هـ) لنقطتي المدارين (د) و (هـ) الدالتين على تلك الساعة ونصلهما الى مسقط المركز (م) بخطين مستقيمين فيتلاقيان بمنحنى الساعة (١١) ويحددان عليه الجزء اللازم ابقاؤه على سطح البسيطة ويحددان أيضا طرفي الخط المذكور وهو نقطتان من نقط المنحنين المظليين للمدارين فيمكن رسمهما أيضا بهذه الطريقة

فبعد رسم خطوط الساعات كلها بهذه الكيفية ورسم المنحنين المظليين يتم رسم البسيطة المطلوبة

(الطريقة الثانية)

انه وان أمكن رسم البسيطة بالطريقة المتقدم ذكرها الا أن امرار سطوح الساعات من ثلاث نقط وتعيين الفصل المشترك بين كل منها وبين الاسطوانة بالانفراد من الامور العسرة لاسيما على سطح محدود ولذلك رأينا ضرورة ذكر طريقة اخرى تكون متممة للاولى وليسانها نقول

لرسم خطوط الساعات في داخل نصف الاسطوانة (ف ك) (شكل ٥٨) يلزم أن نبحث عن تعيين عدة نقط لكل منها ولأجل ذلك نلاحظ اننا اذا عينا نقط الساعات على كل من المدارين وخط الاستواء المرسومة على السطح الرأسى ووصلنا جميعها الى مركز الكرة (م) بخطوط شعاعية ومددناها الى أن تلاقى نصف الاسطوانة وعينا المساقط

و (ل ح) كما ترى في الشكل وحيث اتناقد عينا المساقط الرأسية لهذه النقطة يمكننا بواسطتها تعيين مساقطها الأفقية أيضا وذلك بان يقال
حيث ان جميع هذه النقطة توجد على سطح الكرة المقروضة فاذا أردنا المسقط الأفقي لاحداها كالنقطة (ص) الدالة على الساعة (١١) نرسم منها سطحا عموديا على سطحى المساقط وليكن (ع ص) وهو يلاقى الكرة السابق ذكرها على دائرة مارة بنصف القطر (ع ع) وحيث ان نقطة (ص) موجودة على محيط هذه الدائرة فاذا دورناها حول قطرها (ص ع) الى أن تصبح موازية لسطح المساقط الرأسية يكون مسقطها الرأسى عبارة عن الدائرة (ص ص ع) التى نرسمها من المركز (ع) بنصف قطر يساوى (ع ع) وكذلك لو دورنا نقطة (ص) على سطح أفقى لكأنت تنتقل الى نقطة (ص) ويكون مسقطها حينئذ فى (ص) وبارجاعها الى محلها الاصلى برسم ربع دائرة من (ع) نجد نقطة (ص) التى هى المسقط الأفقى المطلوب للنقطة (ص) وبالاختصار يلزم تعيين المساقط الأفقية لجميع نقط الساعات التى على الخطوط (ل ح) و (ط م) و (ه ب) بالطريقة المتقدمة أى بواسطة مساقطها الرأسية وبعد ذلك يتم رسم البسيطة باحدى الطريقتين الآتيتين

(الطريقة الاولى)

نفرض كرة داخل نصف الاسطوانة التى نريد رسم البسيطة الغروبية فيها ثم تصور سطوح ساعات تلك الكرة ونبحث عن الفصول المشتركة بينها وبين سطح الاسطوانة فهذه الفصول المشتركة تكون عبارة عن خطوط ساعات البسيطة المطلوبة وحيث ان كل سطح من تلك السطوح هو دائرة عظمى مارة بمركز الكرة وينقطتين دالتين على ساعة واحدة كل منهما على مدار من المدارين فتى علمنا المساقط الأفقية والرأسية لهذه النقطة الثلاث يمكننا بالطرق المبينة فى الهندسة الوصفية أن نعين ذلك السطح ونعين بعده خط تقاطعه مع سطح الاسطوانة فيكون هذا الخط أحد خطوط الساعات وبنفس هذه الطريقة تتوصل الى ايجاد الخطوط الباقية

وكيفية تعيين الفصول المشتركة بين سطوح الساعات وبين نصف الاسطوانة كما هو مذكور فى الهندسة الوصفية أن تقطع تلك السطوح ونصف الاسطوانة المذكورة بسطوح مستوية افقية فاذا اعتبرنا أحد هذه السطوح وأردنا تعيين الفاصل المشترك بينه وبين نصف الاسطوانة يلزم (أولا) رسم سطح مستو مواز للأفق (وثانيا) تعيين

ولا بد قبل استعمالها من مراعاة ثلاثة أمور (الاول) أن سطح الكرة الاعلى يكون عند قطعها أفقيا بالضبط (والثاني) ان قوس الزوال (هـ ن) وثقب اللوحة التي في المركز يكونان في سطح نصف نهار المحل بالضبط (والثالث) ان يوضع تحتها أساس متين لحفظها في هذا الموضع

(في رسم البسيطة داخل سطح نصف اسطوانة)

(١١٧) كما أنه يمكن رسم بسيطة غروية داخل قطعة كروية كذلك يمكن رسمها داخل نصف اسطوانة محورها مواز للافق وموجود في السطح الرأسى المحتوى على خط الشمال والجنوب والوصول الى ذلك لابد من استعمال بعض قواعد الهندسة الوصفية والبسيطة التى تحدث من ذلك تكون كالمينة في الشكل (٥٨) ولكن محونا في هذا الشكل خطوطا كثيرة ولم نبق الا النتيجة المطلوبة . وبيان ذلك بالتفصيل نقول

لنفرض اسطوانة موضوعة بحيث ان محورها يكون موازيا للافق وموجودا في السطح الرأسى المحتوى على خط الشمال والجنوب كما ذكر ولترسم من هذا المحور سطحا مستويا موازيا للافق فيقطع الاسطوانة على التساوى ولنصرف النظر عن القسم الذى فوق هذا السطح ونعتبر القسم الذى تحته ونسقطه على السطح الافقى (ن ك) وعلى السطح الرأسى (ب هـ) فليكن (م) المسقط الافقى للوحة المنقوبة المفروضة على محور الاسطوانة و(م) مسقطها الرأسى

ولنجعل نقطة (م) مركزا لكرة مثل (ل هـ ل) نصف قطرها يعادل نصف قطر الاسطوانة ثم نرمس خط (ط ط) بحيث يصنع مع الافق زاوية مساوية لعرض البلد فيكون هذا الخط عبارة عن خط الاستواء وليكن (ل ل) (هـ هـ) المدارين و(ل هـ) (ل هـ) خطي شعاعهما ولنبحث عن نقط الساعات التى على قسمي (ب هـ) و(ل هـ) من المدارين وعلى (ط م) من خط الاستواء غير أننا نلاحظ من الآن أن النقط التى على (ل هـ) توجد بالعكس على (ب هـ) وكذلك النقط التى على (ب هـ) توجد بالعكس على (ل هـ) وحينئذ اذا دورنا كلا من المدارين وخط الاستواء حول الخطوط (ل ل) و(ط ط) و(هـ هـ) حتى تنطبق على السطح الرأسى وعينا على محيط كل منها النقط التى تقابلها ثم دورناها الى مواضعها الاصلية نجد النقط (١٢, ١١, ١٠, ٩, وهكذا) على الخطوط (هـ ب) و(ط م)

ثقب اللوحة ضوءاً لا يمكنه الخروج من القطعة الكروية (ب ح ع ح ب) وحينئذ يمكن رسم البسيطة المذكورة بتمامها في القطعة (ع ح ه ب) وصرف النظر عن سائر اجزاء الكرة المفروضة ثم لنلاحظ أنه في وقت شروق الشمس من النقطة (ع) التي على مدار السرطان يكون الخيال الضوئي الحادث من ثقب اللوحة في نقطة (ب) وأنه حين ورودها الى النقطة (ط) يكون ذلك الخيال في نقطة (ح) وحين ورودها الى (ل) يكون على نقطة (١١) القريبة من (ع) ووقفاً تصل الى نقطة الغروب (ب) يجيء الخيال في نقطة (ع) فينتج من ذلك ان مدة الليل المقابل لمدار الجدى وهي القوس (ع ح ب) عبارة عن المنحنى المظلم لمدار السرطان ومبدأ ساعاته يكون اذن (ع) وكذلك مدة الليل المقابل لمدار السرطان وهي القوس (ع ح ب) عبارة عن المنحنى المظلم لمدار الجدى ومبدأ ساعاته يكون اذن نقطة (ع) فإذا قسمنا محيطي المدارين الى أربعة وعشرين قسماً أقساماً متساوية بالابتداء من النقطتين (ع) و (ح) ووضعنا عليها الأرقام المتناقصة (١٢, ١١, ١٠, ٩, ٨, ٧, ٦, ٥, ٤, ٣, ٢, ١) وهكذا) وتقسيم المحيطين المذكورين الى ثمانية وأربعين قسماً أو الى ستة وتسعين أقساماً متساوية تحدث خطوط أنصاف الساعات وأرباعها

إذا علمت جميع ذلك فلنأخذ قطعة كرة معدنية مفرغة في قالب أو منحوتة في حجر كما ترى في الشكل ونرسم داخلها خط الزوال أي قوس نصف النهار (هـ و) ثم مدة ليل مدار السرطان وهو المنحنى المظلم لمدار الجدى أي (ع ح ب) ثم نصف محيط خط الاستواء (ص س) ثم مدة ليل مدار الجدى وهو المنحنى المظلم لمدار السرطان أي (ع ح ب) ثم نرسم أقواس الدوائر العظمى التي هي خطوط الساعات ونضع عليها الأرقام المناسبة لكل منها فيتم رسم البسيطة المطلوبة وأما اللوحة المثقوبة فيلزم وضعها في المركز (م) بحيث يمكن تدويرها بسهولة في الجهات الأربع على حسب أوضاع الشمس ولأجل ذلك نتحكم على قضيب أفقي أحد طرفيه في (هـ) والطرف الآخر على قضيب ثان أفقي أيضاً (س ع) كما ترى في الشكل

ان هذه البسيطة ترسم بواسطة بسيطة مدار السرطان وبسيطة خط الاستواء فلتعين
مبدأى ساعات هاتين البسيطتين نجري العمل بالطريقة المتقدمة في المادة السابقة بأن
نأخذ هـ ب = ع = ٩٠ فنجد مبدأ الساعات (ع) لبسيطة خط الاستواء ثم نأخذ
هـ ب = ع = نصف قوس الليل المقابل لمدار السرطان فنجد مبدأ الساعات (ع)
لبسيطة المدار المذكور ثم نقسم محيط البسيطة الاستوائية بالابتداء من كل من هاتين
النقطتين الى أربعة وعشرين قسما أقساما متساوية ونصل من فقط التقاسيم الى مركز
البسيطة المذكورة (ب) ونخذ خطوط التوصل الى ان تلاقي معذل النهار في
(٤ , ٥ , ٦ , ٧ , ١٢ , ٠٠٠٠) وفي (٣ , ٤ , ٥ , ٦ , ٠٠٠٠ , ١٢) أما
(٤ , ٥ , ٦ , ٧ , ١٢ , ٠٠٠٠) فكل واحدة منها يمر بها خط من خطوط
ساعات البسيطة الغروبية وأما (٣ , ٤ , ٥ , ٦ , ٠٠٠٠ , ١٢) فنصل منها الى
مركز البسيطة (م) ونعين عليها الآثارات (٣ , ٤ , ٥ , ٦ , ٠٠٠٠ , ١٢) بواسطة
طريقة الورقة الشفافة المذكورة في المادة (٨٠) ثم ترسم المستقيمات (٤٤)
(٥٥ , ٦٦ , ٠٠٠٠ , ١٢ , ١٢) فتكون هي خطوط ساعات البسيطة المطلوب
رسمها

ونرسم بعد ذلك المنحنى المظلم لمدار السرطان ثم المنحنى المظلم لمدار الجدى ونتم ما نقص
من الرسم بالكيفية المتقدم ذكرها

(في رسم البسيطة على أسطح مستديرة)

(١١٥) ما ذكرناه من القواعد الى هنا انما هو لرسم البسيطة الغروية على سطوح مستوية في مواضع مختلفة وبما أنه يمكن رسمها بقواعد الهندسة الوصفية على بعض الاسطح المستديرة أيضا كالكرة والاسطوانة لزم أن نبين ذلك فيما يأتي فنقول

(في رسم البسيطة على السطح الداخلي لقطعة كروية)

(١١٦) لنفرض كرة بنصف قطر مناسب لعظم البسيطة المطلوب رسمها (شكل ٥٧)
ولكن (ه هـ) الافق و (ص ك) خط الاستواء الصانع معه زاوية مساوية لعرض
البلد ثم (ط ح) و (ف ح) المدارين ولنفرض وضع لوحة مثقوبة في مركز الكرة
(م) فاذا راقبنا مسير الشمس ترى أنها في أثناء وجودها فوق الافق تحدث كل يوم من

لوقت زوال مدار السرطان أى لنصف مدة ليله فنقطة تقاطع ذلك الخط (ع) بحيط الدائرة الاستوائية تكون المبدأ المذكور ثم نقسم هذا المحيط بعد ذلك الى أربعة وعشرين قسما أقساما متساوية بالابتداء من نقطة (ع) ونشير الى نقط التقاسيم بالارقام (٣، ٤، ٥، ٦، ٠٠٠٠٠٠، ١٢) ونصل من كل منها الى المركز (ب) ونغذ خطوط التوصيل الى ان تلاقى معادل النهار (ل ف) فى النقط (٥، ٦، ٧، ٨، ٠٠٠٠، ١٢) ثم نصل من هذه الى مركز البسيطة (م) بالخطوط (٥م، ٦م، ٧م، ٠٠٠٠، ١٢م) فتكون هى خطوط ساعات بسيطة مدار السرطان (العمل الرابع) ان يجرى تعيين النقطتين اللازمتين لرسم كل خط من خطوط ساعات البسيطة الغروية أى اثرات الخطوط الشعاعية ومن حيث اتنا عيننا فيما سبق بعض هذه النقط وهى (٥، ٦، ٧، ٠٠٠٠، ١٢) التى على معادل النهار فلنبحث الآن عن البعض الباقي فنقول من المعلوم ان هذه النقط توجد على خطوط ساعات مدار السرطان أى على الخطوط (٥م، ٦م، ٧م، ٠٠٠٠، ١٢م) التى تقدم تعيينها فباستعمال طريقة الورقة الشفافة المذكورة فى المادة (٨٠) تتعين عليها النقط (٥، ٦، ٧، ٨، ٠٠٠٠، ١٢) وهى النقط المطلوبة (العمل الخامس) ان ترسم خطوط ساعات البسيطة المبحوث عنها وذلك برسم خطوط مستقيمة مارة بكل نقطتين مبينتين لساعة واحدة من النقط التى تعينت سابقا أى من النقط (٥، ٦، ٧، ٠٠٠٠، ١٢) التى على معادل النهار (ل ف) والنقط (٥، ٦، ٧، ٨، ٠٠٠٠، ١٢) التى على الخطوط (٥م) (٦م) (٧م) (٨م) (٠٠٠٠، ١٢م) فنجد الخطوط (٥٥) و (٦٦) و (٧٧) و (٠٠٠٠، ١٢) وهى خطوط ساعات البسيطة الغروية المطلوبة وبوصل الاثرات المذكورة بنحط منحني يحدث المنحنى المظلم لمدار السرطان وبهذه الطريقة يرسم المنحنى المظلم لمدار الجدى

(الفصل الخامس)

(فى رسم البسيطة على سطح مستو فى أى وضع كان)

(١١٤) يلزم لرسم البسيطة الغروية على أى سطح مستو كالْبسيطة المرسومة فى الشكل (٥٦) ان تتبع القواعد التى ذكرت فى المواد (٧٠، ٧١، ٧٢، ٧٣) ولا

(ق) يكون خط (م ن) مائحت المرقم وبرسم عمود على هذا الخط من نقطة (هـ) يحدث أثر خط الاستواء وهو معتل النهار (ل ف)

وإذا أريد بعد ذلك تدوير خط الاستواء حول معتل النهار لتطبيقه على سطح البسيطة يلزم تدوير سطح مسقط المرقم حول مائحت المرقم وتطبيقه على البسيطة

ولاجل ذلك نقيم من نقطة (ب) العمود (ب ب^١) على مائحت المرقم ونأخذ عليه بعدد (ب ب^١) = ب ب^١ وهو طول الشاخص ثم نصل (م ب^١) و (ن ب^١)

فنكون قد طبقنا سطح المسقط الآنف ذكره على سطح البسيطة ثم نجعل نقطة (ن) مركزا ونرسم قوسا بنصف قطر مساو لبعد (ن ب^١) فتحلث نقطة (ب^١) على مائحت

المرقم تكون موضع مركز البسيطة الاستوائية على بسيطتنا بعد تدويره حول معتل النهار فإذا رسمنا من هذا المركز دائرة يبعد ما (ب^١ ع) يحدث محيط البسيطة الاستوائية

هذا وحيث ان البسيطتين المساعدةين هنا هما بسيطة مدار السرطان وبسيطة خط الاستواء فلنجت الآن عن مبدأي ساعاتهما فنقول

لو كان القصد من البسيطة المطلوبة بيان الساعات الزوالية لكان مبدأ ساعاتهما بمقتضى ما ذكر في مادة (٦٥) عند تقاطع الخط (ب^١ هـ) بحيط البسيطة الاستوائية ولكن مبدأ ساعات بسيطة خط الاستواء التي نحن بصدددها يبعد عن تلك النقطة بتسعين درجة فنقطة تقاطع الخط (ب^١ هـ) بالحيط المذكور تكون حينئذ عبارة عن نقطة الساعة (٦) وبأخذ نقطة (ع^١) على بعد ٩٠ منها تكون مبدأ الساعات المطلوبة لبسيطة خط الاستواء

ثم نقسم محيط دائرة البسيطة الاستوائية بالابتداء من نقطة (ع^١) المذكورة الى أربعة وعشرين قسما أقساما متساوية ونضع على نقط التقاسيم الأرقام (٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢) ونصل من كل منها الى المركز (ب^١) وعند خطوط التوصيل الى ان تلاقى معتل النهار في النقط (٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢) فتكون كل واحدة منها أثرا لخط من الخطوط الشعاعية أي نقطة من النقطتين اللتين يمر بهما خط من خطوط ساعات البسيطة الغروية

هذا بالنسبة لمبدأ ساعات بسيطة خط الاستواء وأما مبدأ ساعات بسيطة مدار السرطان فلا يجاده نرسم خط (ب^١ ع) بحيث يصنع مع (هـ ب^١) زاوية مساوية

نصف النهار زاوية تما ورسمها اما ان يكون بتعيين الزاوية المذكورة أى الميل الشرقى أو الغربى لسطحها على سطح نصف النهار واما أن يكون بدونه وفي كلتا الحالتين لابد من تطبيق القواعد التى ذكرناها فى الفصل الثالث من القسم الاول فيما يتعلق بالبساط الزوايية ولكن حيث ان انشاء البسيطة بدون تعيين الزاوية المذكورة هو أسهل الطريقتين فلزيادة الفائدة سنذكر بعض الماعات تتعلق بهذه الطريقة

(فى بيان الاعمال الثلاثة التى يلزم اجراؤها)

استعمال الطريقة المذكورة آنفا يلزم له اجراء خمس عمليات ثلاث منها تعلم مما ذكرناه مفصلا فى المواد (٦٤) و (٦٥) و (١٠٥) فلا داعى لذكرها هنا وقد رسمنا الشكل (٥٥) بالعمليات المذكورة ووضعنا فيه لزيادة السهولة عين الحروف التى وضعناها فى الشكلين المبحوث عنهما فى المواد السابق ذكرها وهما شكلا (٣٠) و (٣١) غير أن من الضرورى التكلم على تعيين مبدا ساعات البسيطة الاستوائية وبيان ذلك نقول

لنفرض نقطة (ب) شكل (٥٥) موقع الشاخص العمودى أو مسقط مركز اللوحة المثقوبة وليكن (ب ب) طول هذا الشاخص ثم لترسم خط الزوال (م هـ) بواسطة ساعة ذات حركة منتظمة ونرسم من نقطة (ب) عمودا على هذا الخط أو موازيا للافق وليكن (ح ح) ولنفرض سطحا أفقيا مارا بهذا الخط (ح ح) ونذكره حوله حتى ينطبق على سطح البسيطة فيحدث المثلث (ب ب ح) الذى وتره (ب ح) عبارة عن الفصل المشترك بين السطح الافقى المذكور وبين سطح نصف النهار المار بالخط (م هـ) ثم نجعل (ح) مركزا ونرسم قوسا بالبعد (ب ح) حتى تنطبق نقطة (ب) على (ح ح) فى نقطة (ب) فتكون هذه النقطة موضع رأس الشاخص على سطح البسيطة بعد تدوير نصف النهار حول خط الزوال (م هـ) ثم نرسم من هذه النقطة خطا يصنع مع (ح ح) زاوية (ح ب م) مساوية لعرض البلد فيكون ضلع (ب م) موضع المرقم على سطح البسيطة وتكون نقطة (م) مركز البسيطة ثم من نقطة (ب) نقيم العمود (ب هـ) فيكون موضع خط الاستواء ونقطة تقاطع هذا الخط بخط الزوال وهى (هـ) تكون عبارة عن نقطة من أثر خط الاستواء المذكور واذا وصلنا بين نقطتي (م) و (ب) بخط مستقيم ومددناه الى نقطة

(ق)

وأما سائر الخطوط كخطوط الساعات (٤) و (٥) و (٦) فمع أنه يوجد عندنا من كل واحد منها نقطة على معدّل النهار لا توجد النقطة الأخرى على المنحنى المظلم لمدار السرطان بل توجد على المنحنى المظلم لمدار الجدى ولذلك يلزم لتعيينها ان نرسم البسيطة الزوالية المقابلة لهذا المدار هذا ما فعلناه لتعيين النقطة (٤) و (٥) و (٦) على مدار الجدى كما ترى في الشكل ومحونا الخطوط الزائدة لمنع الاختلاط في الرسم فاذا وصلنا النقطتين (٤) و (٥) بالنقطتين المقابلتين لهما على معدّل النهار (ف ل) وهما (٤) و (٥) نجد خطى الساعتين (٤) و (٥) وأما خط الساعة (٦) فنلاحظ أنه يمر بالنقطة (٦) التي على منحنى مدار الجدى وبالنقطة (٦) التي فيما لانهاية له على معدّل النهار فاذا رسمنا من نقطة (٦) المذكورة خطا موازيا لمعدّل النهار هذا نجد الخط (٦٦) وهو خط الساعة (٦) المطلوب وبعد ذلك نضم نقط الساعات المقابلة لكل واحد من المدارين الى بعضها بخطين منحنين فيحدث المنحنيان المظلمان للمدارين المذكورين هذا ولنلاحظ ان ظل رأس شاخص البسيطة لا يتجاوز أبدا الخط (ح د) المرسوم على موازاة الافق فبناء على ذلك لا حاجة لتعديد خطوط الساعات من أعلى الخط المذكور

(في كيفية رسم البسيطة على الوجه الغربي)

(١١٢) ان طريقة رسم البسيطة الغربية على الوجه الغربي من السطح الرأسى الاول هي بعينها طريقة رسم هذه البسيطة على الوجه الشرقى للسطح المذكور وقد قدمنا الكلام عليها فلا داعى الى الخوض في التفصيلات مرة ثانية ونقتصر على اجراء الرسم في الشكل (٥٤) غير أنه يلزمنا التنبيه على أمرين الاول ان الخط المتجه الى الشمال والجنوب في البسيطة التي تقدم رسمها في الشكل (٥٣) جزؤه الشمالى فوق الافق على اليمين وأما في شكلنا هذا فجزؤه المذكور لابد أن يكون فوق الافق أيضا ولكن على اليسار والثاني ان مبدأ ساعات مدار السرطان (ق) يتعين أيضا بواسطة وقت زوال المدار المذكور أى بواسطة مقدار نصف مدة ليله غير أنه يلزم فصل هذا المقدار بالابتداء من النقطة (ح) كما ترى في الشكل (٥٤) بدلا من فصله بالابتداء من نقطة (ح) كما تقدم في الشكل (٥٣)

(في كيفية رسم بسيطة السطح الرأسى الثالث أى المنحرفة الغربية)

(١١٣) قلنا ان المنحرفة هي البسيطة التي سطحها عمودى على الافق وتضع مع سطح

رسمنا خط (م و) بحيث يصنع مع معدل النهار من الجهة الشمالية زاوية مساوية لهذا المقدار يكون هذا الخط عبارة عن موضع خط شعاع الساعة (١٢) على سطح البسيطة وإذا مددناه الى أن يلاقى خط الساعة المذكورة وهو (ك ك) فنقطة التلاقى (١٢) تكون الاثر المطلوب للشعاع السابق ذكره وبهذه الكيفية تتعين سائر الاثرات المبحوث عنها مثلا اذا أردنا تعيين الاثر الموجود على خط الساعة (ع ع) نرسم من نقطة تقاطعه (ه) بمعدل النهار القوس (م م) ونرسم (م ح) موازيا لخط (و ح) فيقطع (ع ع) في نقطة (١) هي الاثر المطلوب

(نتيجة)

ينتج مما تقدم طريقة سهلة لاتمام العمل المطلوب وهي أن نرسم على ورقة شفافة زاوية تساوى (٢٨ ٢٣) ولتكن (ح ب ه) (شكل ٥٣) فحيث أريد تعيين الاثر الموجود على خط ما من خطوط الساعات مثل (ع ع) نضع نقطة (ب) التي في الورقة على نقطة (م) والضلع (ب ه) على الخط (م ه) ثم ندور الورقة حول نقطة (ه) المنطبقة على (ه) حتى يقع الضلع المذكور على معدل النهار فتقع نقطة (ب) على نقطة (م) وضلع (ب ح) على الخط (م ح) فامتداد هذا الضلع يلاقى (ع ع) في النقطة (١) المطلوبة فتتعين وبالجمله فلا بد لاتمام رسم بسيطتنا من تعيين الاثر الموجود على خطوط الساعات وهي النقط (٩، ١٠، ١١، ١٢، ١، ٢، ٣) وذلك مهما كانت الطريقة المستعملة (العمل الخامس) أن ترسم خطوط ساعات البسيطة وذلك توصل آثار الخطوط الشعاعية التي تقدم كيفية تعيينها بخطوط مستقيمة بحيث ان كل خط يصل نقطتين دالتين على ساعة واحدة فنصل كل نقطة من النقط (٩، ١٠، ١١، ١٢، ١، ٢، ٣) الى (٥، ٤، ٣) التي على معدل النهار (ف ل) بالنقطة المقابلة لها التي على أحد خطوط الساعات المرسومة على موازاة محور العالم أى باحدى هذه النقط (٩، ١٠، ١١، ١٢، ١، ٢، ٣) وبعبارة أخرى نصل النقطة (٩) بالنقطة (٩) والنقطة (١٠) بالنقطة (١٠) وهلم جرا فيحدث عندنا سبعة خطوط من الخطوط المطلوبة

بالنسبة لعرض المحل ثم نرسم المدارين ونعين عليهما مساقط نقط الساعات كما تقدم مثاله ونصل من هذه المساقط الى المركز (م) بخطوط مستقيمة ونعد كلا منها الى أن يلاقى خط الساعة المقابلة له فنقط التلاقي التي توجد بهذه الكيفية هي أثرات الخطوط الشعاعية المطلوبة أعني النقط التي تتعين بها خطوط ساعات البسيطة الفروبية لان خطوط الساعات المذكورة انما هي عبارة عن الفصول المشتركة بين سطح البسيطة وبين سطوح ساعاتها والخطوط الشعاعية كل واحد منها يوجد في سطح من هذه السطوح فعلى ذلك كل خط شعاعي لساعة مفروضة يلاقى خط هذه الساعة في نقطة هي عبارة عن أثره على سطح البسيطة

(الثانية) هي تقرب من الطريقة المذكورة في المادة (٨٠) التي بمقتضاها قد دورنا سطوح الساعات حول خطوطها وطبقناها على سطح البسيطة غير انه لما كان يوجد بين هاتين الطريقتين فرق لزم أن نذكر هذه بالتفصيل فنقول

لنطبق سطح الساعة (١٢) على سطح البسيطة ولنجعل ذلك نلاحظ أن السطح المذكور يمر برأس الشاخص ويقطع سطح البسيطة على خط (ك ك') وحيث ان هذا الشاخص عمودي على البسيطة في نقطة (م) فإذا تخيلنا سطح الاستواء المار برأس الشاخص المذكور نراه يقطع سطح الساعة (١٢) وسطح البسيطة ويكون مثلثا قائم الزاوية ارتفاعه نفس الشاخص وقاعدته (د م) ووتره الخط الواصل من نقطة (د) الى رأس هذا الشاخص ويكون (د م) مسقط الوتر المذكور فنحن حيث ان هذا المثلث موجود على سطح الاستواء وقد طبقنا هذا السطح على سطح بسيطتنا يكون المثلث (د م م') هو عبارة عن المثلث السابق ذكره

وحيث اننا اذا فرضنا تدوير سطح الساعة (١٢) حول أثره (ك ك') وتطبيقه على سطح البسيطة ينطبق وتر المثلث على معدل النهار (د ف) بحيث ان أحد طرفيه يبقى في نقطة (د) والآخر يقع في نقطة (م') وتتعين برسم القوس (م م') من المركز (د) ونصف قطر يعادل الوتر المذكور (د م') وتكون حينئذ نقطة (م') هي موضع رأس الشاخص على سطح البسيطة بعد تطبيق سطح الساعة (١٢) عليها

وحيث ان الشعاع الوارد من الشمس الى رأس الشاخص في يوم وجودها على مدار السرطان يصنع مع خط الاستواء من جهة الشمال زاوية تساوى (٢٨° و ٢٣°) فإذا

السبب لا يمكن أن هذه البسيطة تدل على الاوقات المذكورة فيستحسن للدلالة عليها رسم بسيطة اخرى من وراء سطحها ان أمكن لاتمام الفائدة

(في رسم البسيطة على السطح الرأسى الثانى)

(١١٠) ان السطح الرأسى الثانى هو عبارة عن نفس سطح نصف النهار وان هذا السطح له وجهان أحدهما شرقى والآخر غربى فليخذ كركيفية رسم البسيطة القروية على كل من هذين الوجهين

(في كيفية رسم البسيطة على الوجه الشرقى)

(١١١) (العمل الاول) يعين السطح الذى يراد انشاء البسيطة على وجهه الشرقى ثم يؤخذ عليه نقطة (م) (شكل ٥٣) وتصب عندها الشاخص (م م) عموديا على سطح البسيطة وحيث ان نصف نهارها لا يوجد على سطحها بل على سطح الاق كى يننا ذلك فى المادة (٥٥) فلا حاجة للاشتغال به هنا .

(العمل الثانى) - يعين مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية المفروض انطباقها على سطح البسيطة ولأجل ذلك يحسب نصف قوس أطول نهار أو أطول ليل ونصف قوس أقصر نهار أو أقصر ليل بالنسبة لعرض المحل وقد تقدم تفصيل ذلك فى المادة (١٠٥)

(العمل الثالث) - ترسم البسائط المساعدة ولأجل ذلك تستعمل الطريقة المذكورة فى القسم الاول ولكن لما كان مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية يتغير هنا وجب أن نذكر على سبيل الاجال بعضا من العمليات التى يلزم اجراؤها فنقول

لترسم من موقع الشاخص (م) الخط (ح د) موازيا للافق فيكون هذا الخط عبارة عن الفصل المشترك بين الافق وبين السطح المرسوم افقيا من رأس الشاخص المذكور أعنى أنه يكون أفق البسيطة . ثم اذا رسمنا من تلك النقطة (م) خطا متجها الى الشمال والجنوب وبصنع مع (ح د) زاوية مساوية لعرض البلد يكون ذلك الخط هو محور العالم ثم اذا رسمنا من (م) الخط (ف ل) بحيث يحدث زاوية مساوية لتمام العرض أى يكون عموديا على محور العالم فهذا الخط يكون معادل النهار

ونبحث بعد ذلك عن مركز البسيطة الاستوائية التى تتخيل انطباق محيطها على سطح البسيطة فنأخذ على محور العالم بعد (م م) مساويا لطول الشاخص الموضوع فى

(٥٢) (٦٢) ٠٠٠٠ (١٢م) كما تقدم القول في ذلك ويمكن تعيينها بواسطة الورقة الشفافة التي تكلمنا عليها في الملة (٨٠) فبتلك الطريقة نجد على هذه المستقيمات النقط (٣) و (٤) و (٥) و (٦) و (٧) و (٨) و ٠٠٠٠ و (١٢) ونكون حينئذ قد عينا نقطتين من كل خط من خطوط ساعات البسيطة الا لا نوره التي نحن بصدها

* (تنبيه) * حيث ان أشعة الشمس الواصلة للجسم في وقت الشروق والغروب موازية للافق ففيها عدا البسائط الافقية يقع ظل رأس الشاخص في ذينك الوقتين على الفصل المشترك بين سطح البسيطة وبين السطح المرسوم من الرأس المذكور موازيا لسطح الافق ولذلك يقع هذا الظل في البسيطة التي نحن مشتغلون بها على الخط (هـ د)

(العمل الخامس) - ترسم خطوط الساعات ويكفي رسمها وصل كل اثنين مابين ساعة واحدة من اثرات الخطوط الشعاعية التي عيناها سابقا بنقط مستقيم أما هذه الاثرات فهي (١ د ٢ د ٣ د ٤ د ٥ د ٦ د ٠٠٠٠ د (١١) الموجودة على معدل النهار و (٣ د ٤ د ٥ د ٦ د ٧ د ٠٠٠٠٠ د (١٢) الموجودة على الخطوط (٣م) (٤م) (٥م) (٥٢) (١٢م) فبناء على ما ذكر نرسم الخطوط المستقيمة (٣٣) و (٤٤) و (٥٥) و (٦٦) و (٧٧) و ٠٠٠٠ و (١١ ١١) فنجد بهذه الطريقة تسعة خطوط من خطوط الساعات المطلوبة أما خط الساعة (١٢) من المساء فنجد به ملاحظة أنه يمر بنقطة (١٢) من الخط (١٢م) ومن نقطة (١٢) التي فيما لانهاية له على معدل النهار فبناء على هذا اذا رسمنا من نقطة (١٢) التي على (١٢م) خطا موازيا لمعدل النهار فنجد خط الساعة (١٢) المذكور ولا يخفى ان هذا الخط انما هو عبارة عن الفصل المشترك بين سطح البسيطة وبين السطح المرسوم من رأس الشاخص موازيا للافق

واذا أمرنا بعد ذلك منحني من الاثرات المذكورة فنجد المنحنى المظلم المقابل لمدار الجدى وينقسم هذه الطريقة فنجد المنحنى المظلم المقابل لمدار السرطان وحيث ان نقطة الساعة (١٢) موجودة على هذا المنحنى الثاني فيوصلها الى نقطة (٢) يحدث خط الساعة الثانية من الصباح

هذا ولنلاحظ ان الشمس في أثناء ما تكون في نصف الكرة الشمالي توجد كل يوم بعد شروقها بقدر قليل وراء سطح البسيطة وكذلك قبل غروبها بذلك القدر ولهذا

ثم اذا رسمنا من نقطة (م) الخط (م-ص) عموديا على موضع المرقم المذكور ومن نقطة (ص) الخط (ل ف) موازيا للافق فعلى ما تقرّر في المادة (٥٢) يكون خط (م-ص) هو خط الاستواء وخط (ل ف) هو معدل النهار واذا دورنا نقطة (م) حول نقطة (ص) حتى تجيء في نقطة (م) تكون هذه النقطة مركز البسيطة الاستوائية بعد تدويرها حول معدل النهار وتطبيقها على سطح البسيطة واذا رسمنا من هذا المركز دائرة بنصف قطر ما مثل (م-ق) فهذه الدائرة تبين محيط البسيطة الاستوائية وحيث ان البسائط المساعدة لانشاء بسائطنا هي عبارة عن بسطيتين احدهما البسيطة الاستوائية المقابلة لمدار الجدى والاخرى البسيطة الاستوائية المقابلة لخط الاستواء فبدا ساعاتهما يوجد ان كما قيل في المادة (١٠٤) بأخذ (م-ق) = نصف قوس الليل بالنسبة لمدار الجدى أى يجعل أحدهما في النقطة (ق) المقابلة على محيط البسيطة الاستوائية لوقت زوال يوم الانقلاب المفروض والاخر في نقطة (ق) الناتجة من أخذ (م-ق) = ٩٠ فاذا قسم محيط الدائرة الاستوائية الى أربع وعشرين قسما أقساما متساوية بالابتداء من كل من هاتين النقطتين (ق) و(ق) نجد نقط ساعات بسيطة خط الاستواء وهي (١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢, ١٣, ١٤, ١٥, ١٦, ١٧, ١٨, ١٩, ٢٠, ٢١, ٢٢, ٢٣, ٢٤, ٢٥, ٢٦, ٢٧, ٢٨, ٢٩, ٣٠) وهكذا ثم نقط ساعات بسيطة مدار الجدى وهي (١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢, ١٣, ١٤, ١٥, ١٦, ١٧, ١٨, ١٩, ٢٠, ٢١, ٢٢, ٢٣, ٢٤, ٢٥, ٢٦, ٢٧, ٢٨, ٢٩, ٣٠) وهكذا فنصل من كل واحدة الى المركز (م) بخطوط نمطها على استقامتها حتى تلاقى معدل النهار ونشير الى نقط التلاقى الناشئة عن نقط بسيطة خط الاستواء بالارقام الآتية وهي (١) و(٢) و(٣) و(٤) و(٥) و(٦) و(٧) و(٨) و(٩) و(١٠) و(١١) و(١٢) و(١٣) و(١٤) و(١٥) و(١٦) و(١٧) و(١٨) و(١٩) و(٢٠) و(٢١) و(٢٢) و(٢٣) و(٢٤) و(٢٥) و(٢٦) و(٢٧) و(٢٨) و(٢٩) و(٣٠) فعلى ما سلف تكون هذه النقط عبارة عن أثرات الخطوط الشعاعية وتكون حينئذ قد عيننا نقطة من نقط كل خط من خطوط الساعات المطلوبة ثم نشير بالارقام (١) و(٢) و(٣) و(٤) و(٥) و(٦) و(٧) و(٨) و(٩) و(١٠) و(١١) و(١٢) و(١٣) و(١٤) و(١٥) و(١٦) و(١٧) و(١٨) و(١٩) و(٢٠) و(٢١) و(٢٢) و(٢٣) و(٢٤) و(٢٥) و(٢٦) و(٢٧) و(٢٨) و(٢٩) و(٣٠) الى النقط الناشئة عن بسيطة مدار الجدى فتكون هي النقط التي تمر بها خطوط الساعات المحتوية على أثرات الخطوط الشعاعية المقابلة لهذه البسيطة فاذا وصلنا هذه النقط الى مركز البسيطة (م) بالخطوط (م) و(١) و(٢) و(٣) و(٤) و(٥) و(٦) و(٧) و(٨) و(٩) و(١٠) و(١١) و(١٢) و(١٣) و(١٤) و(١٥) و(١٦) و(١٧) و(١٨) و(١٩) و(٢٠) و(٢١) و(٢٢) و(٢٣) و(٢٤) و(٢٥) و(٢٦) و(٢٧) و(٢٨) و(٢٩) و(٣٠) فان هذه الخطوط تحتوى على الاثرات المتقدم ذكرها (العمل الرابع) يعين لكل خط من خطوط ساعات البسيطة نقطتان وقد قلنا ان كل واحد من هذه الخطوط يمر بواحدة من النقط (١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢, ١٣, ١٤, ١٥, ١٦, ١٧, ١٨, ١٩, ٢٠, ٢١, ٢٢, ٢٣, ٢٤, ٢٥, ٢٦, ٢٧, ٢٨, ٢٩, ٣٠) التي على معدل النهار فلايجاد النقط الاخرى نلاحظ انها تمر بالمستقيمات (١) و(٢) و(٣) و(٤) و(٥) و(٦) و(٧) و(٨) و(٩) و(١٠) و(١١) و(١٢) و(١٣) و(١٤) و(١٥) و(١٦) و(١٧) و(١٨) و(١٩) و(٢٠) و(٢١) و(٢٢) و(٢٣) و(٢٤) و(٢٥) و(٢٦) و(٢٧) و(٢٨) و(٢٩) و(٣٠)

الى سطح نصف النهار تكون على ثلاث أوضاع مختلفة كما تقدم بيانه في القسم الاول فان سطح البسيطة اما ان يكون عموديا على سطح نصف النهار واما موازيا له واما منحرفا عليه من الجهة الشرقية أو من الجهة الغربية صانعا معه زاوية ما غير قائمة ففي الحالة الاولى يسمى سطح البسيطة بالسطح الرأسى الاول وفي الثانية بالسطح الرأسى الثانى وفي الثالثة بالسطح المنحرف أو الرأسى الثالث ولرسم البسيطة على كل نوع من أنواع هذه السطوح قواعد وأصول مخصوصة نذكرها على الولاة فنقول

(في رسم البسيطة على السطح الرأسى الاول)

(١٠٩) يتبدأ في هذه الحالة بوضع السطح المراد رسم البسيطة عليه وضعا رأسيا على الافق وعموديا على سطح نصف النهار ثم يباشر في الاعمال الخمسة الآتية (العمل الاول) - تؤخذ نقطة مثل (ب) وينصب عليها شاخص عمودى على السطح المفروض يكون طوله مناسباً لقدر البسيطة وليكن (ب م) ثم يرسم من نقطة (ب) المذكورة خط رأسى فمقتضى ما تقدم في القسم الاول يكون هذا الخط هو الفصل المشترك بين سطح البسيطة وبين سطح نصف النهار المار برأس الشاخص أعنى انه يكون خط الزوال أو نصف نهار البسيطة

(العمل الثانى) يعين مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية بان يبحث عن نصف قوس أطول نهار ونصف قوس أقصر نهار وكيفية ذلك مذكورة بالتفصيل في المادة (١٠٥) فلا حاجة الى تكرارها هنا

(العمل الثالث) - يعين مركز البسيطة ومعدل نهارها ثم تدور الدائرة الاستوائية المارة برأس الشاخص حول معدل النهار وتطبق على سطح البسيطة وهذا بقصد رسم البسائط المساعدة

أما تعيين مركز البسيطة فيرسم من موقع الشاخص (ب) الخط (هـ ز) موازيا للافق أى عموديا على خط الزوال ثم يدور سطح نصف النهار حول خط الزوال المذكور (م م) حتى ينطبق على سطح البسيطة فينطبق الشاخص على طوله الحقيقى (ب م) واذا رسمنا من نقطة (م) خطا مستقيما بحيث يصنع مع (م ب) زاوية مساوية لعرض البلد فإنه يلاقى خط الزوال فى نقطة (م) تكون هى مركز البسيطة المطلوب ويكون خط (م م) موضع المرقم الذى يفرض هروره من رأس الشاخص

هذا الخط على سطح الاستواء ويكون عبارة عن خط شعاع الشمس المار بمركز الكرة في الساعة (١١) من الصباح والساعة (١١) من المساء أو عبارة عن الفصل المشترك بين سطحي هاتين الساعتين ومن البديهي ان الاثر الافقي لهذا المستقيم هو نقطة تقاطع أثرى سطحي الساعتين المذكورتين أى نقطة تقاطع خطيهما وأما أثر الشعاع المذكور فهو نقطة (١١) التي في شكل (٥١) على معدل النهار (ف ل) لان خط الساعة (١١) من المساء يمر بهذه النقطة وحيث ان خط الساعة (١١) من الصباح كما قلنا يمر بها أيضا فاذا صار وصل هذه النقطة التي على معدل النهار بنقطة (ص) فنجد الخط (ص ١١) وهو عبارة عن خط الساعة (١١) من الصباح وكذلك اذا صار وصل النقطة (١٠) بنقطة (ك) فنجد خط الساعة (١٠) من الصباح أيضا ونكون حينئذ قد رسمنا جميع خطوط ساعات البسيطة الغروية

واذا وصلنا بخط منحني جميع الآثار المتولدة من كل من المدارين فنجد المنحنى المظلم المقابل لمدار السرطان والمنحنى المظلم المقابل لمدار الجدى وهذان المنحنيان يتقاطعهما بخطوط الساعات يعينان أطوال الخطوط المذكورة

(تبيينه)

ان خطوط ساعات البسيطة الافقية المرسومة آنفا تدل على أوائل الساعات فقط فاذا أريد دلالتها على انصاف الساعات أو على ارباعها يلزم كما تقدم في القسم الاول أن يقسم محيط الدائرة الاستوائية الى ثمانية وأربعين قسما أو الى ستة وتسعين أقساما متساوية بدلا من أربعة وعشرين ثم يجري العمل كما تبين قريبا

هذا ولنع اختلاط سطح البسيطة بالاشكال الغير الضرورية يمكن بعد اتمام رسمها مسح ماسوى خطوط الساعات والمنحنيين المظلمين ومعدل النهار وخط الزوال فبعد ذلك تبين الاوقات برصد ظل رأس الشاخص (ح م) الموضوع في نقطة (م) أو برصد الضوء الحادث من ثقب لوحة مثقوبة موضوعة على الرأس المذكور

(الفصل الرابع)

(في البسائط العمودية)

(١٠٨) البسائط العمودية هي التي ترسم على سطوح عمودية على الافق وهي بالنسبة

كل عمود الى أن يلاقى خط الساعة المقابلة له في نقطة تكون أثرا من الاثرات المطلوبة

وملخص الثانية أن يلاحظ ان نقط تقاطع خطوط الساعات بمعدل النهار ظاهرة كلها على سطح البسيطة فيمكن حينئذ تعيين الآثار المطلوبة بواسطة ورقة شفافة وقد بينا ذلك بالتفصيل في المادة (٨٠) فلا حاجة الى التكرار هنا وبعد أن تعين الاثرات المذكورة باحدى هاتين الطريقتين يلزم وضع أرقام الساعات المناسبة لكل منها وهي ١٠، ١١، ١٢، ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠ كما ترى في الشكل

(خامسا) يلزم وصل الآثار المذكورة بنقط الساعات التي عيناها سابقا على معدل النهار بحيث ان كل نقطتين موصولتين بمستقيم واحد يدلان على ساعة واحدة بأن نصل نقطة (١١) بنقطة (١١) ونقطة (١٠) بنقطة (١٠) ونقطة (٩) بنقطة (٩) ونقطة (٨) بنقطة (٨) ونقطة (٧) بنقطة (٧) ونقطة (٦) بنقطة (٦) ونقطة (٥) بنقطة (٥) ونقطة (٤) بنقطة (٤) ونقطة (٣) بنقطة (٣) ونقطة (٢) بنقطة (٢) ونقطة (١) بنقطة (١)

وهذه الكيفية تكون قدر سمنا احد عشر خطا من خطوط ساعات البسيطة الغروية وأما خط الساعة (١٢) مساء فلا يرسم لان الشمس في ذلك الوقت وهو الغروب تكون على نفس الافق بحيث ان الاشعة الواردة منها الى أى نقطة كانت تكون موازية لسطح الافق المذكور فلا تقطعه اذن الا فيما لانهاية له وحينئذ يكون خط الساعة (١٢) المذكور فيما لانهاية له أيضا أى خارجا عن سطح البسيطة

وأما خط الساعه (١٢) صباحا فن حيث انه يمر بنقطة (ح) ونقطة (١٢) التي على معدل النهار (ف ل) فيما لانهاية له فلاجل تعيينه نرسم من نقطة (ح) خطا موازيا لمعدل النهار المذكور فيكون هو خط الساعة المذكورة

وخطا ساعتى (١١) و (١٠) من الصباح وان كانا يمران بنقطتى (ص) و (ل) الا انه يلزم لتعيينهما ايجاد نقطتين أخريين فلاجل ذلك يلاحظ أن الخطين المذكورين عبارة عن الفصلين المشتركين بين سطحى الساعتين المذكورين وبين سطح البسيطة أى الافق وبذا يسهل تعيين النقطتين المطلوبتين

وذلك بان يقال اننا اذا دققنا النظر فى (الشكل ٤٩) نرى أن سطحى الساعتين (١١) و (١١) يقطعان محيط خط الاستواء فى نقطتين متقابلتين ومتباعدة احدهما عن الاخرى بقدر مائة وثمانين درجة فاذا صار وصلهما بالمستقيم (١١) و (١١) يوجد

هذا

النقطة مبدأ تكون خطوط ساعاتها محتوية على الاثرات المطلوبة وتتعين اذن جميعها بكل سهولة وأما نقطة (هـ) فلا يستحسن استعمالها اذ يصعب بها تعيين الاثرات المذكورة فضلا عن انه لا يمكن الا تعيين سبعة منها فقط

والحاصل انه بعد أخذ نقطتي (و) و (هـ) مبدأين للساعات يلزم رسم البسائط المذكورة بالطرق التي ينهاها في القسم الاول بان نقسم محيط الدائرة الاستوائية بالابتداء من نقطة (و) الى أربع وعشرين قسما متساوية ونضع الارقام ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ... وهكذا كما ترى في (شكل ٥١) ثم نصل من هذه النقط الى مركز البسيطة الاستوائية وهو (م) بخطوط مستقيمة تقطع معدل النهار (ف ل) في نقطة مقابلة للاولى وهي ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ... ١١٠٠٠ وتكون هذه النقط هي الآثار المطلوبة التي يمر من كل واحدة منها خط من خطوط ساعات البسيطة الغروبية ثم اذا اعتبرنا بعد ذلك نقطة (هـ) وقسمنا محيط الدائرة الاستوائية بالابتداء من هذه النقطة الى أربع وعشرين قسما متساوية ووضعنا عليها الارقام ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ... ٧٠٠٠ وهكذا ثم وصلنا منها الى المركز (م) بخطوط مستقيمة فان هذه الخطوط تقطع معدل النهار (ف ل) في النقط ١١، ١٢، ١، ٢، ٣، ٤، ... وهكذا واذا وصلنا من جميع هذه النقط الى مركز البسيطة (و) بالمستقيمات (و ١١) و (و ١٢) و (و ١) و (و ٢) ... وهكذا تكون هي خطوط الساعات المحتوية على اثرات الخطوط الشعاعية المطلوبة

(رابعا) - يلزم تعيين آثار الخطوط الشعاعية التي على خطوط الساعات المرسومة آنفا ولذلك طريقتان ذكرنا في الفصل الرابع من القسم الاول

ملخص الاولى أن نقسم محيط الدائرة (د) بالابتداء من النقطة (د) الى أقسام مساوية لخمس عشرة درجة خمس عشرة درجة ونضع على نقط التقاسيم الارقام ١٢، ١١، ١٠، ... وهكذا ثم ننزل من كل واحدة منها عمودا على خط (ب د) فواقع هذه الاعمدة تكون المسايط الرأسية لنقط الساعات المذكورة

فاذا وصلت هذه المواقع بالمركز (م) نتحصل على الخطوط الشعاعية المذكورة في المادة (١٠٢) ولأجل تعيين آثار هذه الخطوط نمدّها على استقامتها حتى تقطع محاور المسايط (م ن) ومن نقط التقاطع المذكورة نقيم أعمدة على هذا المحور ونمدّ

الشمس على خط الاستواء تغرب في نقطة (٤) وتكون الساعة الغروبية وقتئذ ١٢ مساءً تكون هذه النقطة أحد مبادئ الساعات الغروبية وتكون الزاوية (٤ م ٥) التي مقدارها ٩٠ عبارة عن نصف مدة الليل أو النهار على خط الاستواء وتدل حينئذ على وقت الظهر في ذلك اليوم

وأما مبدأ الساعات الآخران فيوجدان بالطريقة المذكورة في المادة (١٠٤) وهي ان نأخذ على محيط البسيطة الاستوائية (٥ م ٦ هـ) مساويا لنصف قوس أطول نهار وهو (٥ ط ٦) و (٥ م ٦ هـ) مساويا لنصف قوس أقصر نهار وهو (٦ ط ٥) فتتعين النقطتان (٥ هـ) و (٥ هـ) وهما المبدأان المطلوبان

أما المبدأ (٥ هـ) فيتبادر من أول الامر أنه مقابل لمدار السرطان و (٥ هـ) لمدار الجدي ولكن اذا لاحظنا ان تدوير خط الاستواء (٥ ف ٦) حول المركز (٥ ف) وتطبيقه على سطح الافق يعكسان موضعي النقطتين المذكورتين فيرى ان المبدأ (٥ هـ) هو الذي يقابل مدار السرطان والمبدأ (٥ هـ) هو الذي يقابل مدار الجدي بحيث تكون الزاوية (٥ م ٦ هـ) عبارة عن نصف مدة الليل على مدار السرطان وتدل اذن على وقت الزوال بالنسبة للمدار المذكور وتكون الزاوية (٥ م ٦ هـ) عبارة عن نصف مدة الليل على مدار الجدي وتدل اذن على وقت الزوال بالنسبة لهذا المدار

فبواسطة هذه النقط الثلاث يمكن رسم ثلاث بسائط زوالية وبها يحصل على المطلوب بل ان اثنتين من هاتئ النقط تكفيان كما قلنا سابقا للوصول الى المراد فعلى ذلك يلزم أن ينتخب منها الاثنان اللتان بواسطتهما يسهل العمل أكثر من غيرهما ويقطع النظر عن الثالثة

أما النقطتان المذكورتان فأحدهما نقطة (٤) لانا اذا أمعنا النظر في الشكل (٤٩) نرى أن البسيطة التي ترسم بأخذ هذه النقطة مبدأ يمكن استعمال خطوط ساعاتها لتعيين أثرات اثني عشر خطا شعاعيا من الخطوط المطلوبة وحيث ان هذه الآثارات توجد في كل وقت على معدل النهار فلاجل تعيينها يكفي تعيين نقط تقاطع الخط (٥ ل) بخطوط البسيطة الاستوائية ويوصل من هذه النقط الى نقطة (٥) فيتم رسم خطوط الساعات المارة بنقطة (٥) بغاية السهولة من غير ان يحدث أختلاط في الخطوط وهذا هو سبب تفضيل النقطة (٤) على سواها وأما النقطة الثانية فهي (٥ هـ) التي هي مبدأ ساعات مدار السرطان اذ البسيطة الزوالية التي ترسم بأخذ هذه

العالم ثم يرسم نصف نهار البسيطة وخط زوالها وهو الخط المتجه الى جهتي الشمال والجنوب بالقواعد المبينة في مقدمة الباب الاول

(ثانيا) يرسم السطح (م ق) رأسيا وموازيا لخط الزوال ويجعل سطحها للمساقط الرأسية ثم يرسم عليه موضع الكرة السماوية ولأجل ذلك يلزم تعيين المسقط الرأسى للشاخص الذي فرضناه في نقطة (م) وليكن (ح م) هذا المسقط فإذا رسمنا من نقطة (م) التي هي مركز العالم وبالبعد (ح م) الدائرة (ح ب د) فإن هذه الدائرة تكون نصف نهار المحل ويكون الخط (م ع) أفقه ثم إذا رسمنا (م ق) بحيث يصنع مع هذا الافق زاوية مساوية لعرض البلد يكون الخط المذكور (م ق) هو الرقم أى محور العالم وإذا أنزلنا من نقطة (ق) العمود (ق ف) على خط الزوال المتجه الى الشمال والجنوب فتكون نقطة (ق) مركز البسيطة و(ف ف) خط استوائها و(ف ل) معادل نهارها أعنى الفصل المشترك بين سطح الاستواء وسطح الافق و(ب د) مدار السرطان ومقابله مدار الجدى ثم يطبق بعد ذلك مدار السرطان (ب د) على سطح المساقط بالقواعد التي بينها في المادة (١٠٥) وتؤخذ مساحة نصف قوس أطول نهار (ب ط د) بواسطة المنقلة ثم نصف قوس أقصر نهار (ب ط د) وهو مقيم (ب ط د) وأما نصف قوس النهار على خط الاستواء فهو (م ق) وهو عبارة عن تسعين درجة في أى محل كان ولكونه معلوما لا حاجة الى أخذ مساحته بكيفية مخصوصة

(ثالثا) يلزم انشاء البسائط المساعدة وقد بينا كيفية ذلك في القسم الاول بان يصير توليدها من البسيطة الاستوائية فليكن (ف ف) سطح الاستواء ولندوره حول معادل النهار (ف ل) حتى ينطبق على الافق بان نجعل نقطة (ف) مركزا ونرسم القوس (م م) وننزل من (م) العمود (م م) على خط الزوال فتكون نقطة (م) هي موضع مركز البسيطة الاستوائية على سطح بسيطتنا الافقية بعد تدويره حول معادل النهار ثم نرسم من المركز المذكور (م) دائرة بنصف قطرها (م م) فتكون هي البسيطة الاستوائية

ولأجل تعيين مبدأ ساعاتها ورسم البسائط المساعدة المطلوبة نلاحظ انه لو كانت هذه البسائط معدة لبيان الساعات الزوالية لكان مبدأ ساعاتها على نقطتي تقاطع خط الشمال والجنوب بمحيط البسيطة الاستوائية ولكن حيث ان اليوم الذى تكون فيه

(ثانيا) يعين نصف قوس أطول نهار ونصف قوس أقصر نهار بالنسبة لعرض المحل وذلك بالطريقة الحسابية التي تقدم ذكرها

(ثالثا) يعين مبدأ الساعات على الوجه المبين في مادتي (٩٩) و (١٠٤) بواسطة نصف قوس النهار المقابل لمدار السرطان ونصف قوس النهار المقابل لمدار الجدي أو بواسطة نصف قوس النهار المقابل لاحدهما والذي يقابل خط الاستواء فترسم بسيطة استوائية تتولد منها بسيطتان زواليتان يحصل تعيين خطوط ساعاتهما والارقام التي توضع عليها

(رابعاً) تعين آثار الخطوط الشعاعية على كل خط من خطوط الساعات المذكورة وهذا اما بالطريقة الوصفية واما بواسطة ورقة شفافة كما ذكر في مادة (١٠٣)

(خامساً) حيث ان آثار الخطوط الشعاعية المذكورة في الوجه السابق تكون المنحنين المظلمين المقابلين للمدارين كما تقدم بيانه في المادة (٧٦) وان آثار الخطوط الشعاعية المارة من خط الاستواء موجودة على معتدل النهار فيوجد على هذين المنحنين وعلى معتدل النهار ثلاث نقط تدل على ساعة غروبية واحدة فاذا رسمنا خطوطا مستقيمة من كل ثلاث نقط مينة لساعة واحدة نكون قد رسمنا خطوط ساعات البسيطة ويمكن الاكتفاء بتعيين نقطتين أو ثلاث نقط لكل مستقيم كما هو ظاهر

هذا وسنذكر تطبيقات لهذه القواعد على رسم بعض بسائط غروبية من أنواع مختلفة

(الفصل الثالث)

(في بيان البسيطة الافقية)

(١٠٧) البسيطة الغروبية التي ترسم على سطح مستو أفقي تسمى بالبسيطة الافقية كما تقدم مثالها في البسائط الزوالية ويلزم لاجل انشاء بسيطة غروبية من هذا النوع ان تقاب محل على حسب الفصول بحيث ان مدة استضاءته بالشمس تكون أطول مما يمكن ثم يجري العمل كما يأتي

(أولاً) يوضع السطح المطلوب على البسيطة عليه وضعا افقيا بالضبط ثم يؤخذ عليه نقطة مثل (م) (شكل ٥١) ويوضع فيها شاخص عمودي يكون طوله مناسباً لسعة سطح البسيطة فيجعل هذا الشاخص مرقاً أو توضع لوحة مثقوبة على رأسه ويفرض حينئذانه مركز

(طريقة هندسية لتعيين قوس أطول نهار وأقصر نهار)

(١٠٥) ليكن (ح ح) أفق المحل المفروض (شكل ٥٠) و (ح م ق) عرضه و (ط ق ط ق) نصف نهاره و (ط ط) خط الاستواء و (ب ب) مدار السرطان و (ج ج) مدار الجدى

فيظهر جليا أن قوس أطول نهار في هذا المحل هو جزء مدار السرطان (د ب) فوق الافق وقوس أقصر نهار فيه هو جزء مدار الجدى (ه ه) فوق الافق أيضا ومن البديهي ان (ه ه) = (د ب) ففى علمنا (د ب) نطرحه من ٣٦٠ فالباقي يكون (د ب)

وحيث ان مدار السرطان (ب ب) عبارة عن دائرة موازية لخط الاستواء (ط ط) قطرهما يساوى طول الخط (ب ب) ومركزها (م) وهى نقطة تقاطع محور العالم بالقطر المذكور فاذا رسمنا من هذه النقطة دائرة بنصف قطر يساوى نصف الخط (ب ب) تكون هذه الدائرة عبارة عن موضع مدار السرطان بعد تدويره حول (ب ب)

ومن الظاهر انه فى حالة ما تكون الدائرة المذكورة فى موضعها الاصلى تقطع الافق على خط مستقيم مسقطه الرأسى يكون النقطة (د) وفى حالة تدويرها كما فعلنا يأخذ هذا المستقيم موضعا موازيا لمحور العالم (ق ق) فبناء على ذلك إذا رسمنا خط (د د) موازيا للمجور المذكور فانه يقطع محيط الدائرة فى نقطة (د) تكون حدًا مشتركًا بين الليل والنهار أى تكون مبدأ للساعات ويكون القوس (د ب) اذن نصف قوس ذلك النهار والقوس (د ب) نصف قوس الليل فبقياس الزاويتين (ب م د) و (د م ب) بواسطة منقلة نعلم طولى هذين القوسين وهو المطلوب

(خلاصة ما تقدم من العمليات)

(١٠٦) متى أريد انشاء بسيطة غروبية على سطح مفروض يلزم اجراء العمل على هذا الترتيب الذى سنذكره بالاختصار

(أولا) تؤخذ النقطة المفروض انها مركز العالم بحيث ان ظلها لا يخرج عن سطح البسيطة ثم يحدد الطرق المذكورة فى مقدمة الباب الاول يعين نصف نهار البسيطة الذى سميناه بخط الزوال

(في بيان مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية التي تتولد منها البسيطة الزوالية

المساعدة لرسم خطوط الساعات الغربية)

(١٠٤) لما كانت البسيطة الزوالية التي أسلفنا القول عليها في القسم الاول تدل على الساعات الافرنجية رسمناها بتطبيق سطح البسيطة الاستوائية على سطحها ثم أخذنا على نصف نهارها مبدأ الساعات وأما البسيطة الزوالية اللازم رسمها هنا إنشاء البسيطة الغربية فنحن حيث ان القصد منها هو تعيين الساعات الغربية في يومى الانقلابين فيمكن رسمها بتطبيق سطح البسيطة الاستوائية على سطحها أيضا انما بدلا من أخذ مبدأ الساعات على نصف النهار يؤخذ على احدى النقط (هـ وهـ و) التي سبق الكلام عليها في المادة (٩٩) فاذا عينا الفصل المشترك بين سطح البسيطة الاستوائية وبين سطح الافق نرى احدى هذه النقط تحت ذلك الخط والثانية فوقه والثالثة عليه وهذه المواضع الثلاثة تختلف باختلاف عروض البلاد ومتى علمت نرسم خطوط ساعات البسيطة الزوالية بالطرق المتقدم ذكرها في القسم الاول وبواسطتها نجد آثارات الخطوط الشعاعية المطلوبة

وكيفية تعيين مواضع النقط المذكورة ان يلاحظ انه في أى عرض كان اذا طبقنا سطح البسيطة الاستوائية على سطح البسيطة الزوالية وعينا نقطة تقاطع محيط الاولى بخط نصف نهار الثانية يكون بعد نقطة (هـ) عن نقطة التقاطع المذكور مساويا لنصف قوس أطول نهار في ذلك المحل وكذلك نقطة (هـ) تكون على بعد من النقطة المذكورة يعادل نصف قوس أقصر نهار في هذا المحل وأما نقطة (و) فتكون على بعد تسعين درجة من تلك النقطة أى تكون على نقطة تقاطع محيط البسيطة الاستوائية بالمستقيم المرسوم من مركزها موازيا لمعدل النهار

ومما تقدم يعلم أنه متى اريد إنشاء بيطة غربية يلزم تعيين قوسى أطول نهار وأقصر نهار بالنسبة لعرض المحل المفروض ثم يفصل بعدان على محيط البسيطة الاستوائية من نقطة تقاطع هذا المحيط بنصف النهار مساويان لنصفى هذين القوسين وأما كيفية تعيين قوسى أطول نهار وأقصر نهار لمحل مفروض فتعلم مما نذكره الآن فاسمع واليك البيان

(طريقة)

مستقيمة وتعد حتى تلاقى سطح البسيطة ثم تعين نقط التلاقى أى آثارات الاشعة المذكورة فهذه الكيفية يكون الاثران الناتجان من الشعاعين المارين من نقطتي مدار السرطان ومدار الجدى الدالتين على ساعة واحدة هما انتهای خط تلك الساعة فبوصلهما بمستقيم نجد الفصل المشترك بين البسيطة وبين سطح هذه الساعة أى خطها وتعين خطوط الساعات الاخرى بنفس هذه الطريقة . وأما كيفية تعيين الآثارات المذكورة فهي كما سترى

(كيفية تعيين آثارات الاشعة على سطح البسيطة)

(١٠٣) من الواضح ان كل خط من الخطوط الشعاعية موجود على سطح نصف النهار أى دائرة الميل المارة بنقطة الساعة التى رسم منها ذلك السطح فأثره يوجد اذن على أثر نصف النهار المذکور فإذا ارید تعيين آثارات الاشعة المارة بنقط ساعات مدار السرطان وبمركز العالم يفرض نصف النهار (ب ب) (شكل ٤٩) المار بمبدأ ساعات المدار المذکور وهو (ب) وتعين نقطة تقاطعه (هـ) بخط الاستواء ويقسم الخط المذکور بالابتداء من هذه النقطة الى أربع وعشرين قسما أقساما متساوية ثم يفرض رسم دوائر عظمى من نقط التقاسيم أى سطوح ساعات البسيطة المعروفة بالافرنجية فآثارات هذه السطوح على سطح بسيطتنا يحتوى كل منها على أثر من آثارات الخطوط الشعاعية وبناء على ما تقدم فى المواد (٧٧ الى ٨٠) يمكن تعيين الآثارات المذكورة اما بواسطة ورقة شفافة أو بواسطة قواعد الهندسة الوصفية

وعمل ذلك يمكن تعيين آثارات الاشعة المفروض خروجها من نقط ساعات مدار الجدى بان يفرض نصف النهار المار بمبدأ الساعات (ب) ويبحث عن نقطة تلاقيه (هـ) بمحيط خط الاستواء ثم بالابتداء من هذه النقطة يصير تقسيم المحيط المذکور الى أربع وعشرين قسما أقساما متساوية ومن كل نقطة من نقط التقاسيم يفرض مرور سطح نصف نهار فآثارات جميع هذه السطوح تحتوى على النقط المطلوبة

وينتج مما تقدم انه اذا علمنا أثران لشعاعين مقابلان لنقطتين متناظرتين على المدارين ووصلناهما بخط مستقيم نكون قد رسمنا خطا من خطوط الساعات الغروبية وحيث ان تعيين هذه الآثارات يتوقف على تعيين بسيطة زوالية تتولد من البسيطة الاستوائية كما هو معلوم فيمكن اجراء العمل بالطرق التى ذكرناها فى القسم الاول غير أنه يلزم تغيير مبدأ الساعات بطريقة نذكرها الآن

اتجاه الظل الحادث من مرقم موازى لمحور العالم يختلف باختلاف الايام من يوم الى آخر بخلاف مركز العالم فانه مشترك بين جميع السطوح السويعية فكيفما كان السطح الذى تكون فيه الشمس وأينما كان موضعها عليه لا يمكن أن الظل أو الضوء الحادث وقتئذ من مركز العالم يقع على الفصل المشترك بين السطح المفروض وسطح البسيطة أى على خط ساعة ذلك الوقت هذا هو السبب فى عدم امكان استعمال المرقم فى البسائط التركيبية المذكورة ولزوم استعمال رأس شاخص يكون فى موقع مركز العالم بأن يصير رصد ظله أو الضوء الحادث من ثقب يوضع عليه

(فى بعض ملحوظات تتعلق برسم البسائط الغروبية)

(١٠١) يستدل من المواد التى بينت الى الآن اننا اذا وضعنا شاخصا عموديا على سطح بسيطة ما وتخيلنا من رأسه المفروض انه مركز العالم سطوح الساعات الغروبية التى سبق الكلام عليها ثم عينا بالرسم الفصول المشتركة بين هذه السطوح وبين سطح البسيطة تكون هذه الفصول هى خطوط الساعات الغروبية وحيث ان مركز العالم المفروض هو دائما مع الشمس فى سطح واحد فكلما تحركت الشمس يتحرك ظل الشاخص بعكس حركتها بحيث انه عند وجوده على خط ساعة تكون الشمس على سطح الساعة المذكورة وبهذه الوسطة يكون الظل دالا على الوقت المفروض وعلى هذا يكون من الضرورى رسم خطوط الساعات الغروبية على سطح البسيطة وذلك بتعيين الفصول المشتركة بين السطح المذكور والسطوح التخيلية المارة برأس الشاخص المفروض انه مركز العالم ولكن من المهم ان لا بد لتعيين خط مستقيم مجهول من معرفة نقطتين بالاقبل من نقطه فلنبين كيفية تعيين هاتين النقطتين لكل خط ساعة غروبية

(فى كيفية رسم خطوط الساعات الغروبية)

(١٠٢) قلنا انه لا بد فى رسم خطوط الساعات على البسيطة من تعيين نقطتين من كل منها وحيث انه يمكن والحالة هذه تعيين النقطتين بحيث انهما يعينان طول كل خط من خطوط الساعات فيلزم البحث عنها على النمط الآتى وذلك بان نفرض كرة بأى قطر كان مركزها يكون رأس الشاخص المفروض انه مركز العالم ويرسم عليها المداران وتقسيم بالطريقة المبينة فى الشكل (٤٩) الى أربع وعشرين قسما متساوية ثم يوصل منها الى مركز العالم المفروض بأشعة

و ٣ و ٤ و ١٢٠٠٠٠٠) وإذا فرضنا رسم أقواس دوائر عظمى من كل نقطتين متناظرتين على المدارين أى الدالتين على ساعة واحدة (١ و ١) او (٢ و ٢) او ٠٠٠٠ وهكذا تحدث أربعة وعشرون قوسا كلها متساوية تنتقل الشمس من واحدة الى أخرى في زمن واحد وهذه الاقواس هى خطوط الساعة الغروبية (١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٠٠٠٠ و ٢٤) وسطوح هذه الاقواس هى الاسطح السويبية التى يلزم تخيلها فى السماء للساعة المذكورة

(تنبيه)

ستعرف مما يأتى أن البسائط الغروبية تستبطن من البسائط الاستوائية الزوالية التى مبادئ ساعاتها تكون (هـ و ز) او (هـ و هـ) ولذلك يلزم استحضار ما تقدم صدد هذه النقط

(فى كيفية استعمال الشاخص المحدث للظل)

(١٠٠) حيث ان السطوح السويبية للبسائط الزوالية تمر كلها بمحور العالم فاذا وضع مستقيم على سطح أى بسيطة على استقامة المحور المذكور يكون هذا المستقيم مشتركا بين جميع السطوح المذكورة فى حين وصول الشمس الى كل واحد منها ينطبق ظل المستقيم المفروض على خط تقاطع السطح الذى تكون فيه الشمس مع سطح البسيطة أى على خط ساعة الوقت المعتبر وعلى هذا فيكن ملاحظة حركة هذا الظل لتعيين الاوقات فى كل يوم فالمستقيم الذى يستعمل بهذا الصدد يسمى (المرقم) كما تقدم . وحيث انه يمكن فرض أية نقطة من نقط المرقم مركز العالم فاذا أخذنا نقطة منه وأنزلنا منها عمودا مجسما على سطح البسيطة فنزل رأس هذا العمود بين أيضا الاوقات وكذلك اذا وضعنا لوحة منقوبة على رأسه فان ضوؤها بين الاوقات وينتج من ذلك انه يوجد ثلاث طرق لبيان الاوقات على البسائط الا انه فى البسائط الغروبية لا يمكن الاستعمال الطريقتين الاخرين بخلاف الاولى فان لا يمكن استعمالها فيها لما سذكروه

وذلك أن السطوح السويبية التى يلزم تصورها فى البسائط المعروفة باللاتورقه لا تمر بمحور العالم كما تقدم بل تمر بمركزه فقط وحينئذ فاذا اعتبرنا الشمس فى مدة الستة شهور فتراها تمر بنقط محيط سطح سويبي محصور بين مدار السرطان ومدار الجدى بحيث ان

الى اجزاء مساوية لخمس عشرة درجة خمس عشرة درجة بحيث ان الشمس تجري ما بين نقطتين متتاليتين في مسافة ساعة واحدة . هذا ما يتعلق بنقط ساعات يومى الانقلابين

ويمكن تعيين هذه النقطة بكيفية أخرى وهى أن ترسم دائرة الميل (ق ب ق) من مبدأ الساعات (ب) ويفرض سطحها سطح الساعة ١٢ من بسيطة زوالية ثم ترسم السطوح السويعية لتلك البسيطة الزوالية فجميع هذه السطوح تلاقي محيط الدائرة (د ح) فى أربع وعشرين نقطة تكون هى نقط ساعات المدار (د ح) المذكور وكذلك اذا رسمنا دائرة الميل (ق ب ق) من نقطة (ب) واعتبرنا سطحها مسدداً للساعات ثم رسمنا أربعة وعشرين سطحاً سويعياً نجد نقط ساعات المدار (د ح)

وينتج مما ذكرناه اذا صار امرار سطح من نقطة (ب) ومن نقطة (هـ) التي هي نقطة تلاقي دائرة الميل بخط الاستواء واعتبرنا هذا السطح مبدأ للساعات الزوالية ثم رسمنا سائر السطوح السويعية للساعات المذكورة فنجد أنها تقطع مدار السرطان في نقط تكون عبارة عن نقط الساعات الغروبية التي يلزم تخيلها في السماء وقت تحرك الشمس على المدار المذكور وكذلك اذا صار امرار سطح من (ب) ومن (هـ) واعتبرناه مبدأ ثم رسمنا سائر السطوح السويعية الزوالية فهذه السطوح تقطع مدار الجدى في نقط تكون عبارة عن نقط الساعات الغروبية التي يلزم تخيلها يوم تحرك الشمس على المدار المذكور وأيضا اذا فرضنا نقطة (ص) وهي نقطة تلاقي أفق المحل بخط الاستواء واعتبرناها مبدأ ثم رسمنا السطوح السويعية الزوالية المقابلة لها فهذه السطوح تقطع خط الاستواء في نقط تكون عبارة عن نقط الساعات الغروبية التي يلزم تخيلها يوم تحرك الشمس على خط الاستواء المذكور فبوضع الارقام المناسبة لجميع هذه النقط بالطريقة الآتية ذكرها يسهل استخراج سطوح الساعات الغروبية وخطوطها

ولوضع هذه الأرقام نقول انه حينما تكون الشمس على أى مدار كان وقت الغروب تكون الساعة ١٢ واذا قطعت الشمس بعد ذلك القسم الاول أو الثانى أو الثالث أو الرابع والعشرين تصبح الساعة (١) أو (٢) أو (٣) أو (٤)
أو (٢٤) أى ١٢ مرة ثانية فتكون الشمس قد رجعت ثانيا الى الافق فيلزم على هذا وضع الأرقام بالترتيب الاتى وهو (١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٠ و ٠ و ٠ و ٠ و ٠) و (١٢ و ١ و ٢

الآخِر في القسم الأول وسنبين في الفصول الآتية من هذا القسم الثاني البسائط
الغروبية ونذكر القواعد المتعلقة برسمها على أسطح متنوعة

الفصل الثاني

(في قواعد تمهيدية)

(بيان الأسطح السويعية التي لابد في رسم البسيطة الغروبية
من تصورها في الفراغ)

(٩٩) السطوح السويعية للساعات الغروبية ليست مارة من محور العالم مثل
سطوح الساعات الزوالية بل هي دوائر عظمى مارة بمركز الكرة السماوية وتقطع
تقسيم الدوائر اليومية المقسومة الى أربع وعشرين قسما اقساماً متساوية بالابتداء
من نقطة غروب الشمس في الجهة الغربية من الافق

لنفرض مثلاً (ق ق) محاور العالم (شكل ٤٩) و (ف ف) أفق المحل و (ع ع) خط
الاستواء و (د د) نصف النهار فإذا أردنا رسم المدارين اللذين يحددان
الدوائر اليومية نرسم كما هو معلوم من نقطتي (د د) دائرتين موازيتين لخط الاستواء
وعلى بعد منه يساوي ميل الشمس الكلي فلتكن (د د) و (د د) هاتين الدائرتين
فالدوائر اليومية الأخرى تكون محصورة بينهما ومدار السرطان (د د) الذي توجد
عليه الشمس في الانقلاب الصيفي ومدار الجدي (د د) الذي توجد عليه بعد ستة
شهور يقطعان في الجهة الغربية دائرة الافق في نقطتين (ب ب) فحينما ترسم الشمس
المدارين المذكورين وتجيء في هاتين النقطتين يكون تمام الساعة الثانية عشرة من
هذين اليومين أي يكون الزمن صفراً بحيث لو رسمنا من نقطتي (ب ب) ومن مركز
العالم دائرة عظمى فيكون قوسها (ب ب) المحصور بين المدارين من جهة سطح
الافق الغربية هو خط الساعة ١٢ لان نقط الساعة ١٢ التي تكون على جميع
الدوائر اليومية التي ترسمها الشمس في مدة الستة شهور هي عبارة عن النقط التي
يتركب منها القوس المذكور (ب ب) فلهذا السبب يستحسن تسمية هذا القوس
بخط الساعة ١٢ وأما نقط سائر الساعات فتوجد بملاحظة أن الشمس تقطع كلا من
المدارين (د د) و (د د) في ظرف أربع وعشرين ساعة فيمكن تقسيم محيطهما
من الابتداء بالنقطتين (ب ب) و (ب ب) الى أربع وعشرين قسماً اقساماً متساوية أي

الزوالية في السلك الحديدية وأما الساعات الغروية فاستعمالها موجب لاضطرار الأعمال المقيدة بأوقات محدودة وموجب لاصلاحها مرات عديدة وفي ذلك عسر ظاهر ولا سيما أن جميع الساعات تصنع في الممالك الأوروبية فيلزم لاصلاح ساعة أن تدفع مبالغ جسيمة من هذا الوجه أيضا للممالك الأجنبية فالاجدر تركها وأخذ الزوا لمبدأ للآوقات وبهذه الحالة بدلا عن أن تكون الساعات تمت اثنتي عشرة وقت أذان المغرب تكون كذلك وقت أذان الظهر وتكون سائر أوقات الصلاة في ساعات مناسبة لآوقاتها على المبدأ المذكور

واذا نظرنا هل الأولى استعمال الساعات الزوالية وضبطها على حركة الشمس الحقيقية أولا نجد أن ذلك غير ممكن لانتفاء بيننا أن تقهر الشمس اليومى يختلف باختلاف الأيام وبهذا السبب لا يمكن استعمال الساعات بالكيفية المذكورة بدون تعديلاتها وحينئذ نكون قد وقعنا في الصعوبات الأولى

فلا بد إذن من استعمال الساعة الزوالية على الحالة التي هي عليها في سائر الممالك أى على فرض شمس تخيلية تتقهر كل يوم بكيفية منتظمة بمقدار قوس طوله تسع وخمسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين من المائة كما بيناه في المادة الثانية والثمانين

ولكن حيث أن شريعتنا الغراء تقضى بأن الإفطار والصلوات الخمس والامساك وصلاة العيد تكون على حسب حركة الشمس الحقيقية فيلزم تعيين هذه الآوقات بالكيفية التي تقتضيها الشريعة الغراء ثم تحول بواسطة جداول التعديلات الزمانية الى الآوقات التي مبدؤها وقت الزوال أى الى الزمن الوسطى ويدرج في التقويمات السنوية كما هو معتاد أوقات الإفطار والصلوات الخمس والامساك وسائر الآوقات الشرعية بالزمن الوسطى المذكور

(المقصد)

فهم مما تقدم أن الساعة المستعملة في أيدي الناس تكون على نوعين زوالية وغروية ونقول الآن ان البسائط الشمسية تكون أيضا على نوعين بسائط زوالية وهى التي تبين حساب الساعات بالطريقة المعروفة بالفرنكية وبسائط غروية وهى التي تبين حساب الساعات بالطريقة المعروفة بالعربية أو التركية وقد بينا بالتفصيل هذا النوع

الآخر

الآلة قبل عمرها الطبيعي فبعد خروجها الى الاسواق وفراقها عدة من الرفاق ترجع الى دكان الساعات تائبة من الدوران وتكتفى بأن تعلق زينة على الحيطان هذه هي حالة الساعات الغروبية

(في الكرونومترات)

(٩٧) من أعظم منافع الساعات المسماة بالكرونومترات استعمالها لبيان الاوقات المتساوية غير المتبدلة لانها تتحرك بسرعة واحدة منتظمة وتدور دورات متساوية فلا يصح استعمالها اذن لبيان الاوقات الغروبية لان المدة بين غروبين متوالين متغيرة دائما كما تقدم ذكره ومن حيث انها غالية الثمن لدقة صنعها فيخشى من مساتها كثيرا ولهذا السبب تفضل عليها في هذه الحالة الساعات الاعتيادية التي ربما يكون ثمنها خمسين قرشا وأما اذا أريد استعمالها لبيان الساعات الغروبية بتصحيحها في كل فصل كما تقدم بيانه فانها تفسد في مدة قليلة لاسيما واصل اختراعها كان لبيان الساعات الزوالية وفي الحقيقة ان لهذه الآلة مزايا كثيرة ولكن الاوفق استعمالها فيما وضعت له فقط واستعمال ساعات أخرى لبيان الاوقات الغروبية تكون زهيدة الثمن لما يعترها من الفساد في مدة قليلة

(لاحقه)

(٩٨) استعمال الساعات الغروبية كان أمرا معروفا في بعض الممالك فكانوا يعتبرون غروب الشمس مبدأ للزمن كما ذكرنا فاما ولكن لما ترقى العلوم وظهر ما في استعمال الساعات المذكورة من الصعوبات التي بينها أبدا ذلك المبدأ بوقت الزوال وبذلك التبديل قد زال أعظم الصعوبات ولازلة الصعوبة الناشئة عن تقهقر الشمس على غير كيفية واحدة قد أخذوا متوسط تقهقرات جميع أيام السنة وفرضوا شمسا تخيلية تتقهقر كل يوم بكمية واحدة ثابتة فبسبب ذلك أمكنهم استعمال ساعات غروبية مضبوطة وفي الممالك السلطانية حرسها الله لا يزال اعتبار أخذ غروب الشمس مبدأ للساعات وهذا من الاحوال التي يتأسف عليها كما لا يخفى اذ الضرر من استعمال ذلك عظيم جدا فمثلا وابورات السكة الحديدية من المحال ضبط حركتها بهذه الساعة بدون أن يقع لها خطرات عديدة لان الساعة الغروبية كما تختلف باختلاف العروض تختلف سرعتها في اليوم الواحد فلهذا السبب يكون من الضروري استعمال الساعات

ويمكن أيضا تخصيص أربع ساعات للفصول واستعمال كل واحدة منها في الفصل المناسب لها.

لأننا إذا نظرنا في الجدول نرى ان أقرب بعدد بين غروبين يكون في عشرة من أيلول وأعظم بعد يكون في عشرين من كانون الثاني بحيث ان الشمس التي تقطع المسافة بين الغروبين في عاشر أيلول في أربع وعشرين ساعة تقطع المسافة بين الغروبين في كانون الثاني في أربع وعشرين ساعة ودقيقتين وسبع وخمسين ثانية ونصف ثانية كما يظهر ذلك من تحويل الفرق بين المسافتين الى كمية زمنية أما الايام التي بين هذين الحدين فانها تتزايد من عشرة ايلول الى عشرين كانون الثاني وتتناقص من عشرين كانون الثاني الى عشرة ايلول وهذا التزايد أو التناقص لا يحصل على نسق واحد فانه يكون قليلا جدا في بعض الايام حتى لا يكاد يشعر به وفي بعض آخر يظهر جليا ولهذا السبب يكفي تبطنة حركة الساعات بالتسديد أو كما يقال باللغة الفرنسية (رتارده) في كل خمسة أيام أو عشرة أو خمسة عشر يوما وذلك من عاشر ايلول الى عشرين كانون الثاني ثم زيادة سرعتها أو كما يقال (أوانسه) في المواعيد المذكورة من عشرين كانون الثاني الى عاشر ايلول وبذلك تقرب الساعات الغروبية من الحقيقة بقدر الامكان

وينتج مما تقدم جميعه عدم جواز الاعتماد على الاوقات الميمنة بالساعات الغروبية الا اذا أمكن تصحيحها كل يوم بواسطة أخذ ارتفاع الشمس ولكن اذا احتجبت الشمس بالسحاب خمسة أو عشرة أيام متتالية لاسيما في شهر رمضان المبارك يقع الخلل فيها بحيث لا ترى ساعتين متطابقتين وربما كان الاثنان مخطبتين

ومن الناس من يدعى حركة ساعته وربما يصادف ذلك بالتقريب مدة شهر أو شهرين فبسبب ذلك ان الساعة المذكورة ربما كانت عند صانع الساعات في أحد قسمي السنة الذي يتزايد فيه التفاوت اليومي أو يتناقص فصانع الساعات يطيئ حركتها أو يزيد سرعتها على حسب الوقت فان أرجعها الى صاحبها قبل دخول القسم الثاني تستمر الساعة على تعيين الوقت بوجه التقريب ولكن بعد ما يتم هذا القسم ويدخل القسم الثاني وذلك بعد اليوم الذي يتساوى فيه الليل والنهار تختل حركتها بالكلية وتأخذ اما في الزيادة واما في النقصان فتري صاحبها يقدم عقاربها كل يوم أو يؤخرها حتى تفسد فيعطى لصانع الساعات وهو يأخذ في تصليحها وهكذا الى أن تفسد بالكلية

مثال ذلك لنبحث عن الزمن الذى بين غروبى الشمس فى ١٨ و ١٩ مارت فنبحث فى الجدول المذكور (٤) عن هذين اليومين فى الخانة الاولى ثم ننقل الى الخانة السادسة فنجد أن المسافة بين هذين الغروبين هى $52^{\circ} 14' 36''$ فنطرح هذا العدد من العدد المذكور أعلاه أى من $22^{\circ} 39' 36''$ فنجد الباقي السلبى $30^{\circ} 30'$ نقسمه على ١٥ فيخرج $2^{\circ} 2'$ وهى كمية زمنية فنضيفها الى 24 فنجد $26^{\circ} 2'$ ساعة وهو نفس العدد المذكور فى آخر خانة

هذا وإذا أمعنا النظر فى الخانة الاولى من أعلى الى أسفل نلاحظ ان كل آلة ساعة غروبية تتحرك أربعاً وعشرين ساعة بالتمام فى أثناء غروبى الشمس فى ٣٠ و ٣١ من شهر تموز فانها تتحرك فى أثناء سائر الايام اما بزيادة عن ٢٤ ساعة واما بنقص عنها أو كما يظن عادة فانها تتقدم فى بعض سائر الايام وتتأخر فى أخرى واذ كان التفاوت اليومى المتقدم ذكره يختلف فى الايام المختلفة فلا يمكن اذن استعمال الساعات الغروبية بكيفية مستمرة بدون تصحيحها أى بدون تبطئة حركتها فى بعض الفصول وزيادة حركتها فى البعض الآخر

ولبيان ما تقدم بكيفية أسهل مما ذكر نفرض كرة سماوية صناعية وننظر فى المدارات اليومية التى ترسمها الشمس على نصف الكرة الشمالى فى الايام التى قبل تاسع حزيران والتى بعده ثم نبحث عن نقطة تقاطع أحد هذه المدارات بالافق والقوس المار بهذه النقطة والقطب السماوى ثم نبحث أيضاً عن هذا القوس بالنسبة للمدار المقابل لليوم التالى فهذان القوسان يصنعان زاوية كروية مساوية لمقدار التفاوت اليومى الناشئ عن اختلاف وقت الغروب فى اليومين المذكورين

وإذا كررنا هذه العملية فى أيام مختلفة نرى ان هذه الزاوية تتغير دائماً اما بالتزايد واما بالتناقص ثم اذا أجرينا جميع ذلك على نصف الكرة الجنوبي يظهر لنا ما ظهر فى الخالة الاولى فينتج من ذلك ان أحسن ساعة لبيان الوقت بالضبط لابد ان يقع فيها اختلاف وقت تبدل الفصول بحيث يلزم لضبطها ودلائلها على تمام الساعة الثانية عشرة وقت الغروب ان يصير تطويل رقاصها فى كل خمسة أو عشرة أيام أعنى ان يصير تبطئة حركتها وذلك من عاشر أيلول الى عشرين كانون الثانى وان يصير زيادة سرعتها من عشرين كانون الثانى الى عاشر أيلول كما يظهر ذلك من امعان النظر فى الجدول (٤)

ويحدث هذا القانون مدة دوران الشمس بين الغروبين $= 360^\circ +$ التأخير اليومي
 $+ \text{الفرق بين نصفي الليل والنهار}$

واعلم ان تأخير الشمس اليومي يعلم من الجدول وذلك بان تطرح الاعداد المكتوب بعضها بهذا بعض لكل يوم تحت عنوان المطالع المستقيمة ثم تضرب الفرق في خمسة عشر وتحول الحاصل الى القوس فما كان تضعه في القانون السابق ذكره

وكذلك لحساب الفرق بين أنصاف الليل وانصاف النهار نلاحظ ان المثلثات الكروية
 (ب س م) و (ب س د) و (هـ س ق) و (هـ س ل) كلها قائمة الزوايا وان (ب س)
 و (هـ س) يساويان عرض البلدة و (س م) و (س د) و (ق س) و (ل س) أوتار
 الزوايا القائمة ومساوية لتمام ميل الشمس فلنا

مماس (الضلع) = مماس (الوتر) \times تمام جيب (زاوية المحيط)
 وبوضع المقادير المتقدم ذكرها يكون

مماس (العرض) = مماس (تمام الميل) \times تمام جيب (س) أو (س)
 وحيث انه يمكن معرفة عرض البلدة وميل الشمس فبواسطة هذا القانون يمكن تعيين
 الزاويتين (س) و (س) لاي عرض كان ولكل يوم أو لبعض الايام فاذا أردنا حسابهما
 للايام المنسدرجة عشرة فعشرة في جدولنا والايام التالية لها ثم طرحناها بعضها من
 بعض نجد مثلاً

ان المدة التي بين غروبي ١٠ و ١١ أغسطس تعادل $31^\circ 26'$
 وان المدة التي بين غروبي ١٠ و ١١ شباط تعادل $3^\circ 17'$

ويظهر مما تقدم انه يمكن بالكيفية المذكورة حساب الادوار السماوية لاي يوم كان
 من السنة وقد حررنا الجدول السابق ذكره على هذا المنوال وأدرجنا في الخانة
 الاخيرة منه الزمن ما بين كل غروبين متواليين الميين بساعة مفروض أنها تعبرك أربعاً
 وعشرين ساعة بالتمام في مدة ما تغرب الشمس مرتين في ٣٠ و ٣١ تموز أي في حالة
 ما تكون المسافة بين الغروبين المذكورين ثلثمائة وستين درجة وتسعاً وثلاثين دقيقة
 واثنين وعشرين ثانية وكيفية ذلك ان تأخذ المسافة بين غروبين من الجدول ثم
 تطرحها من مسافة الغروبين في ٣٠ و ٣١ تموز المذكورة آنفاً وتقسّم الفرق على ١٥
 لكي يتحول الى كمية زمانية ثم تضعه الى ٢٤ أو تطرحه منها على حسب كونه إيجابياً
 أو سلبياً فما كان فهو المطلوب

مثال

القوس (ف ف) تكون قد قطعت عند ما تصل الى نقطة (ل) التي على السطح الساعى المار بنقطة (ن) ثلثمائة وستين درجة وتكون ساعات النهار تمت اثنتى عشرة الا أن الشمس لا تغرب بعد ذلك الا ببعض دقائق . ففي الحالة الاولى يظهر ان الساعة قد تأخرت وفي الثانية انها قد تقدمت . ولا بد من وجود التقديم والتأخير في كل يوم وحيث ان مقاديرهما تختلف باختلاف الايام فلهذه سهولة معرفتها أدرجنا في الجدول (٤) الموجود في آخر الكتاب مقادير التقديم والتأخير لكل عشرة أيام ودونك كيفية اجراء الحساب

لتكن (م) نقطة غروب الشمس في تاسع حزيران ولنفرض انها تغرب في اليوم التالى من هذه النقطة أيضا فتكون الشمس قد قطعت ثلثمائة وستين درجة ولكن اذا اعتبرنا انتقال الشمس على مدارها السنوى في مدة قطعها هذه الدائرة نرى انها تنقهر كل يوم بمقدار غير ثابت ولو فرضناه ثابتا لكان مقداره تسعا وخسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين جزء من الثانية كما بينا ذلك في المادة (٨٢) وهذا المقدار هو تأخير الشمس الوسطية التخيلية وأما تأخير الشمس الحقيقية فسارة يزيد عن هذا المقدار وتارة ينقص عنه

وسواء كان التأخير المذكور ثابتا في الواقع أو غير ثابت فبفرض وجوده لا يمكن ان الشمس تغرب مرتين متواليتين من النقطة (م) الا بعد قطعها ثلثمائة وستين درجة زائدا التأخير المذكور أى

$$٣٦٠ + \text{التأخير اليوى}$$

واذا أخذنا في البحث عن مقادير ابعاد نقطة الغروب بعضها عن بعض نلاحظ ما قلناه سابقا أى انه حينما تكون الشمس على نصف الكرة الشمالى تكون الابعاد المذكورة مساوية للفرق بين نصفي ليلتين وحينما تكون على النصف الجنوبى تكون مساوية للفرق بين نصفي نهارين ففي مدة الستة الشهور التى يتناقص فيها النهار يؤخذ الفرق المذكور بعلامة الناقص فيحدث هذا القانون

$$\text{مدة دوران الشمس بين الغروبين} = \text{تأخيرها اليوى} + ٣٦٠ - \text{الفرق بين نصفي الليل والنهار}$$

وفي مدة الستة الشهور التى يتناقص فيها الليل يؤخذ الفرق المذكور بعلامة الزائد

و (ب س د) وحللناهما بالقوانين المعروفة وعينا زاويتيها القطبيتين (س) ثم طرحنا احدهما من الاخرى فيكون الباقي زاوية (م س د) أى التفاوت المطلوب

هذا ويظهر من وجود هذا التفاوت اليوى ان أى ساعة من الساعات لا يمكن أن تبين الاوقات الغروبية بدون ان تصحح أى تقدم حركتها تارة وتؤخر اخرى بواسطة المسار المعد لذلك

ولزيادة التوضيح نقول انه بسبب هذا التفاوت يكون المعنى اليوى (م ع ع د) أقل من ثلثمائة وستين درجة بمقدار زاوية التفاوت أى بقدر الفرق بين نصفي ليلتين متواليتين وهذا من تاسع حزيران الى تاسع كانون الاول أى فى مدة تناقص الايام وتزايد الليالى والساعات فى أثناء هذه المدة لا يمكن أن يستدل منها على الاوقات الغروبية الا بتبسيط حركتها اذ أن الشمس فى هذا الحين ترسم أقل من ثلثمائة وستين درجة وكذلك من بعد تاسع كانون الاول فان الشمس تقطع فى ٢٤ ساعة ثلثمائة وستين درجة وجزءاً مساوياً للفرق بين نصفي نهارين فلا يمكن اذن فى هذه الحالة استعمال الساعات الا بزيادة حركتها لان الشمس اذا غربت فى تاسع كانون الاول فى نقطة (ن) مثلاً فى اليوم التالى تغرب فى نقطة (ل) بعد ما ترسم الحززون (ن ف ف ك) الذى طوله ثلثمائة وستون درجة زائدا الزاوية (ل ل) التى هى عبارة عن الفرق بين نصفي طولى النهارين ويكون ذلك فى مدة انتقال الشمس من مدار الجدى الى جهة الشمال وبالجملة يفهم من التعريفات السابقة ومن الشكل المرسوم ان نقطة غروب الشمس فى يوم معلوم تختلف من نقطة غروبها فى اليوم التالى له بحيث ان النقطتين توجدان على سطحين ساعيين يصنعان زاوية تساوى الفرق بين نصفي ليلتين فى الجهة الشمالية والفرق بين نصفي نهارين فى الجهة الجنوبية ومن هذا الاختلاف ينتج ان الشمس تغرب تارة قبل أربع وعشرين ساعة وتارة بعدها فلهذا السبب يظهر لبعض الناس ان الساعات تتقدم فى بعض الاحيان وتتاخر فى اخرى مع ان سرعتها واحدة والشمس هى التى تحدث هذا الاختلاف لان الشمس فى مدة الصيف اذا غربت فى نقطة (م) ورسمت القوس (م ع ع) تكون قد قطعت منذ ما تزل الى (د) ثلثمائة وستين درجة الا انها قبل وصولها فى (د) تكون قد غربت فى نقطة (ز) قبل أن تتم ساعات النهار اثنتى عشرة وكذلك بعد ستة شهور اذا غربت الشمس فى (ن) ورسمت

الصباح ومتى رجعت ثانيا الى نصف الليل تكون قد تمت الساعة الثانية عشرة من الليل

وأما الساعات الغروبية فمبدؤها من غروب الشمس بمعنى ان الزمن عند الغروب يعتبر صفرا ثم يأخذ في التزايد الى ان تصل الشمس الى نصف مدارها اليومي فيكون الماضي حينئذ اثنتى عشرة ساعة ثم تبتدى ثانيا من الصفر حتى تغرب الشمس مرة أخرى من الجهة الغربية فيكون مضى اثنتا عشرة ساعة مرة ثانية لجهة الافق الغربية هي اذن مبدأ الساعات الغروبية

ومن المقرر عند أرباب هذا الفن ان جميع نقط الكرة الارضية ماعدا التي على خط الاستواء لا تمر دوائرها الافقية بالقطبين فانقسام دوائر الشمس اليومية بها يكون الى قسمين غير متساوين ومن المقرر أيضا ان الشمس لا تتحرك على دائرة واحدة فقط بل تنتقل كل يوم الى دائرة غير التي كانت عليها قبل بحيث ان نقطة تقاطع الافق بحيط دائرة يومية مقابلة ليوم معلوم تكون غير نقطته في اليوم الثاني بمعنى ان النقطتين لا تكونان على دائرة ساعية واحدة فن هذين الامرين المقررين يعلم ان المدة التي بين مرور الشمس من جهة الافق الغربية ومرارها منها مرة ثانية يلزم ان تكون غير مساوية للمدة التي بين مرورها الثاني ومرارها الثالث وقت الغروب فاحدى المديتين تكون تارة أكبر وتارة أصغر من الاخرى ولنبحث فيما يأتي عن المديتين النهايتين اللتين ينحصر بينهما هذا التفاوت وعن السبب في عدم تساوى التفاوت المذكور كل يوم . ليكن (و د) خط الاستواء (شكل ٤٨) و (س س) محور العالم و (ب ه) أفق النقطة (ح) ولنبحث عن شكل المدار اليومي الذي ترسمه الشمس بعد التاسع من شهر حزيران فنجده ان الشمس بعد هذا اليوم تأخذ في التقرب من خط الاستواء فبناء على ذلك اذا كانت الشمس تقرب في اليوم المذكور من نقطة (م) ففي أثناء الليل والنهار التاليين له ترسم الخط الحزوني (م ع ع د) وتقرب من النقطة (د) التي على جنوب النقطة الاولى (م) بحيث ان هاتين النقطتين لا تكونان على دائرة ساعية واحدة

ولنرسم اذن من كل منهما دائرة ساعية فنجده سطعين صائعين بينهما زاوية كروية قطبية (م س د) وهى عبارة عن الفرق بين نصفي ليلتي اليومين المقروضين أو التفاوت اليومي المراد معرفته فاذا اعتبرنا المثلثين الكرويين القائمي الزاوية (ب س م)

(في بيان الساعة الزوالية والغروبية)

(٩٦) بينا ان الساعات الشمسية تنقسم الى ساعات حقيقية وساعات وسطية ونقول ان كلا منهما ينقسم الى ساعات زوالية وساعات غروبية فانواع الساعات الشمسية اذن أربعة وقد تعارف الناس تسمية الساعات الزوالية بالالفرنكية والغروبية باللاتركه ولكل من النوعين مبدءاً مخصوص فبدءاً الساعات الزوالية وقت مرور مركز الشمس الوسطية بسطح نصف نهار المحل بحيث تكون الساعة الزوالية في تلك اللحظة صفراً وكلما بعدد المركز عن السطح المذكور تأخذ الساعة في التزايد الى أن يقطع قوس نصف الليل فتكون الساعة اذ ذاك اثنتى عشرة ثم يبعد المركز عن هذا القوس وتطلع الشمس على الافق ويصل مركزها ثانياً الى نصف النهار فتصير الساعة أربعة وعشرين أى اثنتى عشرة مرة ثانية ثم تبدئ الساعة من الصفر بالكيفية المتقدمة وهلم جرا فمدة الاربع والعشرين ساعة المذكورة هى مدة اليوم الشمسى كما تقدم ذكره ومن ثم يرى ان البسائط التى تكلمنا عليها فى القسم الاول مبنية على هذا الاساس

وحيث ان المدة المذكورة عبارة عن المدة التى تلزم لقطع مركز الشمس الوسطية على الكرة السماوية ثلثمائة وستين درجة وتسعاً وخمسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين جزءاً من مائة كما بينا ذلك فى مادى (٩٤) و (٩٥) فاذا صنعت آلة ساعة تدور بسرعة منتظمة وتدل على هذه المدة فكلما يمر مركز الشمس الوسطية بسطح نصف النهار دلت الآلة على الصفر أى على منتهى الساعة الثانية عشرة وحيث ان الحركة منتظمة فلا تتأخر الآلة تارة وتتقدم تارة اخرى ولا يحتاج اذن الانسان الى تعديل عقاربها ويمكن حينئذ بيان الساعات الزوالية بالآلات ساعات عادية مدة سنين بدون أن يعثر بها خلل أو سكون الا اذا عرض عليها عارض خارجى كالسقوط ونحوه ولكون مبادئ الاوقات الوسطية أى الزوالية تختلف باختلاف الامكنة تنقسم الايام الشمسية الى نوعين أحدهما الايام الملكية وطولها مدة ما بين مرورين متوالين للشمس من سطح نصف النهار أى أربع وعشرين ساعة كاملة والثانى الايام العرفية وتبدئ قبل الايام الملكية باثنتى عشرة ساعة أى وقت مرور الشمس من نصف الليل فحينما تجيء الشمس على نصف النهار تكون قد دعت الساعة الثانية عشرة من

الصباح

وذلك من الجهة الشرقية ففي ذلك اليوم تغرب الشمس الوسطية قبل الشمس الحقيقية وفي اليوم التالي بعدها وحيث ان التفاوت اليومي المذكور أى القوس الذى بين الشمس للوسطية والشمس الحقيقية هو عبارة عن زاوية فاذا عرفت في كل يوم وضرب مقدارها في أربعة وقسم الحاصل على ستين تحوّل الى كمية زمانية هي قيمة الزمان الوسطى للزوال الحقيقى وتدرج بهذا الاسم في جداول التقاويم المتعلقة بالشمس وقد أدرجناها نحن في جدول نمرة (٣) باسم تعديل الزمان

وكما ان ساعات الشمس الوسطية تسمى بالساعات الوسطية وكل أربع وعشرين منها تسمى باليوم الوسطى فكذلك ساعات الشمس الحقيقية تسمى بالساعات الحقيقية وكل أربع وعشرين منها تسمى باليوم الحقيقى وعلى ذلك تكون الساعة الشمسية على نوعين والنوع الذى يستدل عليه بالساعات هو الساعات الحقيقية

ومما تقدم يفهم انه لا يمكن بيان الساعات الحقيقية بواسطة آلات الساعات المستعملة في أيدي الناس ولذلك نجد ان المستعمل في أكثر المحلات هو الساعات الوسطية ولكن حيث ان الشمس الوسطية ليست مرئية فلا يمكن تصحيح الساعات التى بأيدي الناس الا بالطريقة الآتية وهى

ان يعين مبدأ الساعة الحقيقية بالرصد ثم يبحث في جدول نمرة (٣) عن تعديل الزمن المقابل لليوم الذى يفرض وتضم قيمته المعلومة بالساعات والدقائق والثواني الى الساعة الحقيقية التى وجدت فيكون الحاصل هو الساعة الوسطية للوقت الذى رصدت فيه الساعة الحقيقية فان كانت ساعة اليد دالة على هذا الحاصل كانت صحيحة والا يلزم تصحيحها بنقل عقربها الى الموضع اللائق

وكذلك نقل سهم التأخير أو التقديم كما هو معلوم . هذا وان زاد هذا الحاصل عن اثنى عشرة يقطع النظر عن هذا العدد

واعلم ان تصحيح الساعات بالكيفية المتقدمة غير مستعمل في بعض الممالك فالساعات هنالك لاتدل على الوقت الوسطى وعلى ذلك فلا تدل على الوقت الحقيقى بل هى ساعات غروية وسنكلم عليها في المادة الآتية ولكن هذه الساعات يعترها الفساد في أكثر الاحوال ولذلك يوجد كثير من مصلى الساعات في تلك البلاد وفيها تجارة الساعات رابحة وأسواقها نافقة بل يصح القول بان تجارتها منحصرة في الساعات

كما هو مقرر في مواضعه وحينئذ فالمدة التي تقطعها الشمس للمرور مرتين بسطح نصف النهار لم تكن منتظمة بل تختلف يوما بعد آخر فتكون تارة أعظم مما كانت وتارة أقل ولهذا السبب لا يمكن الدلالة على هذه الاوقات بواسطة ساعات اليد لان حركتها منتظمة دائما فلنحذف هذه الصعوبات نتخيل شمسا غير الشمس الحقيقية ذات حركة منتظمة بحيث تقطع بسرعة واحدة دوائر الشمس اليومية في نفس مدة الاربع والعشرين ساعة الشمسية وتسمى هذه الشمس التخيلية بالشمس الوسطية فهذه الشمس تتأخر تارة عن الشمس الحقيقية وتتقدم تارة عليها وتنطبق تارقمعا

ولبيان ذلك نقول يظهر من الشكل (٤٦) ومن الجدول (٣) ان الشمس الحقيقية عند ما تكون في أيام السنة على خط زوال البسيطة تكون الشمس الوسطية على المنحنى المرسوم في الشكل المذكور في النقطة المقابلة لليوم الذي يفرض وهذا فيما عدا أربعة أيام من السنة عند ما تكون الشمس في جهة الغرب أو الشرق ففيها تنطبق الشمس على نقطة واحدة ويكون ذلك أولا في الثالث عشر من كانون الاول ثم يتبدئ الشمس الحقيقية في التأخير عن الشمس الوسطية الى اليوم المتمم للثلاثين من كانون الثاني فيصير الفرق بينهما أربع عشرة دقيقة وسبع وعشرين ثانية وثمانياتين من مائة ثم تعود الشمس الحقيقية فتتقارب من الشمس الوسطية فتتطبق عليها في اليوم الثاني من شهر نيسان ثم تتقدم الشمس الحقيقية على الشمس الوسطية حتى يصير البعد بينهما مساويا لثلاث دقائق واثنين وخمسين ثانية وذلك في اليوم الثاني من شهر مايو ثم يتقارب بعضهما من بعض حتى ينطبقا معا في الثالث من شهر حزيران فتتراجع الشمس الحقيقية في التأخر الى اليوم الرابع عشر من تموز حتى يصير الفرق بينها وبين الشمس الوسطية ست دقائق وأربع عشرة ثانية وبعد ذلك تتقارب منها حتى تنطبق معها في التاسع عشر من أوغسطس ثم تتقدم الشمس الحقيقية الى اليوم الحادي والعشرين من تشرين الاول فيكون الفرق قد وصل الى نهايته العظمى وهي ست عشرة دقيقة وتسع عشرة ثانية ثم يتقارب الشمس ثانيا الى أن ينطبقا في الثالث عشر من كانون الاول . وبالاختصار نقول ان الشمس الحقيقية تتأخر عن الشمس الوسطية من ثالث عشر كانون الاول الى ثاني نيسان ومن ثالث حزيران الى ناسع عشر أوغسطس وذلك من الجهة الغربية وتتقدم عليها من الثاني من نيسان الى الثالث من حزيران ومن التاسع عشر من أوغسطس الى الثالث عشر من كانون الاول

وذلك

في اليوم الثالث وهكذا الى وقت ختام الحركة السنوية أى بعد ثلثمائة وخمسة وستين يوماً وألفين وأربعمائة واثنين وعشرين جزءاً من عشرة آلاف جزء من اليوم الواحد وأذ ذلك تعود النقطة (ز) الى الانطباق على النقطة (م) فتكون قد تأخرت ثلثمائة وستين درجة وإذا أريد معرفة متوسط مقدار التأخير اليوى نفرضه (س) فنجد

$$س = \frac{360}{360 \div 3432} = 0.833 \text{ } 0.09 \text{ } 0.$$

أعنى انه يساوى قوساً يعادل تسعاً وخمسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين جزءاً من مائة

ويستفاد من ذلك ان الشمس فى المدة التى بين مرورها بسطح نصف النهار ومرورها مرة ثانية أعنى فى مدة أربع وعشرين ساعة شمسية تقطع قوساً مساوياً لثلثمائة وستين درجة وتسع وخمسين دقيقة وثمانى ثوان وكسر من ثانية وأذن تكون

$$24 \text{ ساعة شمسية} = 56.06 \text{ } 0.3 \text{ } 0.24 \text{ ساعة نجمية}$$

ويرى من ذلك ان ليس بين الساعتين الشمسية والنجمية عظيم فرق فيمكن بيان الساعات التى من النوع الاول بواسطة الساعات التى تصنع لبيان النوع الثانى بدون احتياج لتقليل سرعة حركة آلاتها عن السرعة المعتبرة فى الساعات النجمية وانما يلزم فقط تقليل سرعة العقربين بواسطة تقديم أو تأخير السمار المعاد لذلك كما هو معلوم

وخلاصة القول ان الكرة السماوية تدور ثلثمائة وستين درجة فى مدة أربع وعشرين ساعة وتسمى تلك المدة باليوم النجمى وتدور ثلثمائة وستين درجة وتسعاً وخمسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين جزءاً من المائة فى مدة أربع وعشرين ساعة ولكن بالساعات الشمسية وتسمى هذه المدة باليوم الشمسى وسنبين انه اذ اتخذ وقت مجيء الشمس على سطح نصف النهار مبدأ يمكن عمل ساعة زوالية تتحرك حركة منتظمة وتبين الاوقات الشمسية المذكورة

واعلم أن الدقائق والثوانى التى تنقسم اليها الساعات النجمية أو الساعات الشمسية تسمى أيضاً بالدقائق والثوانى النجمية أو الشمسية

(فى نوعى الساعة الشمسية)

(٩٥) عرفت مما تقدم ان الايام النجمية كلها متساوية المقدار وأما الايام الشمسية فليست كذلك لان التأخير الحاصل فى حركة الشمس لم يكن بمقدار واحد فى كل يوم

خانات والوحدة المعتبرة فيها هي اليوم أعنى مدة دوران الكرة السماوية دورة تامة وهي ثلثمائة وستون درجة وينقسم اليوم الى أربع وعشرين ساعة نجمية فمضى ساعة نجمية معناه أن الكرة السماوية قطعت خمس عشرة درجة ومضى ساعتين معناه قطعها ثلاثين درجة وهلم جرا الى الساعة الرابعة والعشرين فانها تدل على قطع الكرة ثلثمائة وستين درجة وهي مدة رجوع نقطة ثابتة من الكرة السماوية الى سطح نصف النهار

ليكن (ع) مثلاً دائرة يومية (شكل ٤٧) و (ب ح) نصف نهار المحل و (م) نقطة ثابتة على قبة السماء مارة من نصف النهار المذكور بحيث اتنا فرضنا النقطة (م) ثابتة على قبة السماء فحركتها الظاهرية هي نفس الحركة العمومية للكرة السماوية فعند رجوع النقطة المذكورة ثانياً الى نصف النهار تكون هذه الكرة قد قطعت دورة كاملة وكل آلة تقسم مدة هذه الدورة الواحدة الى أربع وعشرين ساعة تسمى ساعة نجمية وتسمى تلك المدة يوماً نجمياً هذا هو المستعمل في الرصد خانات كما قلنا ويندثون في الحساب من وقت مرور نقطة الاعتدال الربيعي ينصف النهار

وأما الساعات الشمسية فهي المستعملة في أيدي الناس سميت بذلك لان المرعى فيها انما هو حركة الشمس واذ لم تكن ثابتة في نقطة واحدة من قبة السماء لان لها حركة تابعة للحركة اليومية العمومية وحركة على مدارها السنوي فالمحل الذي توجد فيه في وقت معين تتأخر عنه قليلاً في اليوم التالي في الوقت المقروض وبناء على ذلك لا يمكن أن تكون مدة دورتها الكاملة في أربع وعشرين ساعة نجمية بالضبط

لنفرض ان الشمس حالة في نقطة (د) (شكل ٤٧) ومنطبقة على نقطة (م) التي هي مبدأ حساب الساعات النجمية فاذا ابتدأت النقطتان في الحركة في آن واحد تدور نقطة (م) دورة كاملة في مدة أربع وعشرين ساعة نجمية وترجع الى سطح نصف النهار وأما نقطة (د) المتحركة بحركة الشمس السنوية فانها تتأخر في كل آن بحيث لو فرضناها اليوم في (د) ففي اليوم التالي تكون متأخرة في (د) وبهذا السبب يوجد فرق ما بين الساعة النجمية والساعة الشمسية بحيث تكون الاولى متقدمة عن الثانية وهذا الفرق يتضاعف بالتقريب مقداره في اليوم الثاني ويصير ثلاثة أمثاله

(تبيينه)

ان الاوقات الخمسة وغيرها التي نستعمل من بسيطة اليد كما تقدم بيانه في المادة (٨٢) وما يليها مبنية على حساب الزمن الحقيقي فان كانت ساعة الجيب متحركة على الساعة الزوالية (وربما دلت في بعض الاحيان على الزمن الوسطى أيضا) وأريد معرفة تلك الاوقات يلزم اجراء التحويلات على المنوال المتقدم ذكره وان كانت متحركة على الساعة الغروبية فلا حاجة لتلك التحويلات ويكتفى باجراء العمل على الوجه المذكور في موضعه

(القسم الثاني)

في البسائط الغروبية

(الفصل الاول)

في بيان الساعات والازمنة

(في الساعات النجمية والساعات الشمسية)

(٩٤) الساعة آلة تتخذ لقياس الازمنة السابقة ومقارنة بعضها ببعض وهي أنواع مختلفة فمنها ما تكون من زجاجتين مجوختين تتصل احدهما بالآخرى بانبوبة ضيقة جدا موضوع في احدهما كمية معلومة من الرمل تنزل منها الى الاخرى بالتدريج في مدة معينة وتسمى بالرملية ومنها ما هي على هذا الشكل أيضا ولكن يوضع فيها بدل الرمل ماء وتسمى بالمائية ومنها ما تكون على خلاف ذلك والغرض من الجميع واحد وهو قياس الاوقات ولأجل السهولة اعتبرت دورة الشمس مدة ليلة ونهار واحدة وقسمت الى أربعة وعشرين قسما متساوية كل قسم يسمى ساعة مستوية وقد وضعت البسيطة وما يماثلها لتعيين هذه الساعات . وأكل الآلات التي يمكن استعمالها في هذا الغرض هي الساعات الميكانيكية التي توضع عادة في الجيب أو تعلق على حائط أو تركب على تحفة لأنها فضلا عن انتظام حركتها في الاوضاع المختلفة سهلة الاستعمال بحيث يعلم منها عدد الدورات واجزاء كل دورة في أية وقت كان بواسطة الارقام المكتوبة عليها وينقسم الزمن المعين بهذه الآلات الى قسمين زمن نجمي وزمن شمسي والساعات التي تستعمل في النوع الاول تسمى بالساعات النجمية والتي تستعمل في النوع الثاني تسمى بالساعات الشمسية وتستعمل الساعات النجمية في الرصد

يكون في الثامن من مارث فاذا بحثنا في الجدول (٣) عن الزمن الوسطى وقت الزوال الحقيقي نجد سبع دقائق زمانية وثلاثين ثانية وأحدا وعشرين جزءاً من مائة من ثانية فلو فصلنا من (ب م) المساوى خمس عشرة دقيقة من جهة الشرق بعدد مساويا للمقدار المذكور أى سبع دقائق وثلاثين ثانية وأحدا وعشرين جزءاً من مائة من ثانية وليكن هذا البعد (ب د) تكون النقطة (د) من ضمن نقط المنحنى المطلوب وكذلك حيث ان خط أول الميزان يتعد بخط أول الحمل المتقدم ذكره وان الشمس تحل في رأس الميزان في اليوم الحادى عشر من ايلول فاذا بحثنا في الجدول (٣) عن الزمن الوسطى وقت الزوال الحقيقي في اليوم المذكور نجد احدى عشرة ساعة واحدى وخمسين دقيقة واثنين وخمسين ثانية وثمانية وستين جزءاً من المائة فطرح هذا المقدار من اثنى عشرة وأخذ (ب د) مساويا للفرق على الخط (ب م) من الجهة الغربية نجد نقطة (د) وهى نقطة ثانية من المنحنى المطلوب

وبتكرار هذه العملية على المنحنيات المظلة وخصوصا في أوائل الشهور تحدث نقط عديدة من نقط نصف نهار الزمن الوسطى اذا ضم بعضها الى بعض بخط مستمر يحصل شكل على هذه الصورة 8 يكون هو المنحنى المطلوب ثم بكتابة أسماء الأشهر على جهات تعداد الايام يتم المقصود

وعلى هذا النمط اذا فرضنا بسبطة مرسوما عليها نصف نهار الزمان الوسطى فانه عند مايجى ظل مرقها أوضو ثقب لوحتها على نصف نهار الزوال الحقيقي يكون موضع الشمس الوسطى فيها هو نقطة تلاقي المنحنى المظلم المقابل لليوم المفروض مع نصف نهار الزمان الوسطى فلو علم الوقت المقابل لهذه النقطة وقورن به الوقت المعين من ساعات اليد تبين صحة حركة هذه من عدمها

وبطريقة أخرى خذ الجدول (٣) وعين أى وقت شئت على البسيطة ثم ابحث في الجدول عن الوقت المذكور في خانة اليوم الذى أنت فيه وضم الوقتين فيكون المجموع مساويا للزمن الوسطى واذا زاد المجموع عن اثنى عشر فأسقطها منه . وبالحلقة فالأوقات التى تدل عليها الشمس مباشرة على البسيطة تسمى ساعات حقيقية واذا ضمت الأعداد المذكورة في خانة ذلك اليوم من الجدول التى تسمى بتعديل الزمان يكون الحاصل دالا على الزمن الوسطى المستعمل في الساعات الفرنكية . وسنعود الى ذلك بانهنصيل في المواد الآتية

وست دقائق وثمان وثلاثين ثانية وفي اليوم الرابع من أيلول لا تتأخر في كل أربع ساعات الا ثلاث دقائق وخمسين ثانية ونصف ثانية وفي باقي أيام السنة يختلف التأخير ما بين هاتين النهايتين . اذا تقرر ذلك تحقق لك عدم امكان بيان هذه الحركات بواسطة آلات الساعات ولهذا تخيل شمسا أخرى منتظمة الحركة كما سنبينه في مادتي (٩٤) و (٩٥) بحيث تقطع تسعا وخمسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين جزءاً من مائة جزء من ثانية وعلى هذا التخييل استعملت الساعات المتداولة في أيدي الناس وبسبب ذلك ينشأ في كل يوم تفاوت ما بين تلك الساعات الزوالية أى الافرنسية وما بين البسائط ويحسب هذا التفاوت بالنسبة لكل يوم ويوضع في التقويمات فيستعلم منه الزمن الوسطى في وقت الزوال الحقيقى وقد أجرينا ذلك في الجدول (عمر ٣) المذكور في آخر الكتاب فن هذا الجدول يعلم مقدار الساعة المبنية على الشمس التخيلية وقت مرور الشمس الحقيقية بنصف النهار . ففى وصلت الشمس الحقيقية الى نصف النهار فى أى يوم كان يمكن بهذه الوساطة معرفة مقدار تأخر أو تقدم الشمس التخيلية (وتسمى فى بعض الأحيان بالشمس الوسطى) عن نصف النهار المذكور فإذا أجرى ذلك فى كل يوم أى اذا عين موضع الشمس التخيلية بواسطة الجدول عند ما تنحى الشمس الحقيقية على سطح نصف النهار وأثبت ذلك على سطح البسيطة يحدث منحن على هذه الصورة ٨ (شكل ٤٦) وكما أن خط الساعة الثانية عشرة أى خط الزوال فى البسيطة يسمى نصف نهار الشمس الحقيقية يسمى هذا المنحنى خط نصف نهار الشمس الوسطى أو الزمن الوسطى . ولرسم هذا الخط نقول من حيث انه منحن ولا بد فى رسم كل منحن من معرفة نقطه كلها أو بعضها ليضم بعضها الى بعض يلزم أولاً معرفة كيفية تعيين نقط المنحنى المذكور ولاجل ذلك يقال من (الشكل ٤٦) يفهم أن المنحنى المذكور يلاقى فى نقطتين كلا من المنحنيات المظلمة التى سبق ذكر رسمها فى المادة (٦٦) وما بعدها الى المادة (٨١) فإذا رسمنا من كل ثلاث درجات من درجات البروج منحنيًا مظلمًا بأن رسمنا منحنيات برجى الحمل والسنبلة فكل واحد منها يقابل يومين من أيام الأشهر الرومية وحيث ان خطوط الساعات المفروضة على بسائطنا قد رسمت على مسافة ارباع الساعات فأحد تلك المنحنيات المظلمة وهو منحنى أول برج الحمل يكون خطا مستقيما مقبدا بخط المشرق والمغرب ويكون كل قسم مثل (ب م) محصور بين خطين من خطوط الساعات دالا على خمس عشرة دقيقة وحيث ان حلول الشمس فى رأس الحمل

وإذا عينا الساعة الزوالية بأخذ ارتفاع الشمس قبل الزوال في اليوم المفروض وجدناها تساوى عشرا وثمان عشرة دقيقة وبضعها الى وقت الظهر ثم بإجراء طرح التمكن يبقى سبع عشرة ساعة وخمس وعشرون دقيقة وبطرح اثنتى عشرة منها يفضل خمس وخمس وعشرون دقيقة وهى وقت اجراء هذه العملية بالساعة الغروبية وإذا حصل ذلك بعد الزوال وجدنا الساعة الزوالية مساوية اثنتين واثنتين وخمسين دقيقة فبضعها الى وقت الظهر وطرح الثمانى دقائق للتمكن تكون الساعة الغروبية مساوية لتسع وتسع وخمسين دقيقة

(فى رسم نصف نهار الشمس الوسطى على سطح البسيطة الزوالية)

(٩٣) يؤخذ من جميع ما تقدم انه بمجرد قراءة العدد المقابل لمح ووقوع ظل المرقم على البسيطة الزوالية أو لمح ووقوع الخيال الضوئى المار من ثقب اللوحة يعلم مقدار الساعة الزوالية ولكن اذا قارنا الوقت المعين بهذه الكيفية بالوقت المعين بواسطة الساعات المستعملة فى أيدي الناس نجد تفاوتنا اما بالزيادة أو النقصان فى جميع أيام السنة ماعدا أربعة أيام منها فيتحدا فيها مثلا اذا فرضنا ان ظل المرقم وقع على خط الساعة الثانية عشرة من البسيطة أى على نصف نهارها (شكل ٤٦) تكون الشمس بمقتضى ذلك قد حلت سطح نصف نهار المح بالضببط مع ان ذلك لا ينطبق على ساعات اليد فى أغلب الايام بل يتقدم عنه أو يتأخر الا فى أربعة أيام فقط فان الساعة تدل فيها وقتئذ على الساعة ١٢ بالتمام ويعلم من ذلك ان استعمال البسيطة بالطرق التى ذكرت للآن لا يفي بالمقصود اذ ليس الغرض من كل بسيطة الا معرفة الوقت بواسطتها بحيث يكون ذلك مطابقا لساعات اليد ولهذا السبب رأينا ان نبادر بذكر سبب هذا الاختلاف وكيفية ازالته فنقول

هذا الاختلاف لا يخلو اما ان يكون مؤسسا على عدم الانتظام فى حركة الشمس أو على عدمه فى حركة آلة الساعات أعنى انه لابد أن حركة احدهما تزيد فى بعض الايام وتبطل فى بعض آخر ولكن آلات الساعات يمكن ان يدقق فى صنعها بحيث تتحرك بانتظام تام فلم يبق الا أن يكون عدم الانتظام حاصل فى حركة الشمس ويعضد ذلك شواهد أخرى

ولتوضيح ذلك نقول ان للشمس فى كل يوم حركة رجوع تختلف من يوم الى آخر ففى الرابع والعشرين من كانون الاول تتأخر فى كل أربع ساعات بمقدار درجة واحدة

قسم الى عشرة عشرة والثاني الى سبعة سبعة كذلك يلزم تعيين الايام التي لم يرسم لها خطوط مخصوصة بواسطة الفراغ الواقع ما بين كل خطين صغيرين بوجه التعمين واعلم أن الموقتين لزيادة الضبط يطرحون ثمان دقائق من الساعة الصحيحة على أخذ الارتفاع كما سبق تعريفه ويسمون ذلك تمكيننا

(أمثلة على العمليات المتقدم ذكرها)

إذا أريد استخراج الاوقات الخمسة وسائر الاوقات في اليوم الرابع من كانون الثاني مثلا يوضع طرف الابرة على نقطة ذلك اليوم وتحرك حتى تجيء على خط المشرق والمغرب فيصادف طرفها المذكور خط الساعة سبعة وخمس عشرة دقيقة صباحا وهو وقت الظهر ثم اذا ضعفنا هذا الوقت يحصل أربع عشرة ساعة ونصف ساعة وهي مدة الليل ووقت الشروق ولكن حيث ان هذا العدد قد تجاوزاثنى عشر تطرح منه ويقال ان شروق الشمس في الساعة اثنتين ونصف ثم بطرح مدة الليل المذكورة من الاربع والعشرين يحصل تسع ساعات ونصف وهي مدة النهار

واذا حصل بعد ذلك امرار الابرة على كل خط من خطوط الاوقات المطلوبة وتعيين عدد الساعات الحاصلة من وقوع طرف الابرة على خطوط الساعات وضم كل عدد على وقت الظهر وطرح اثنى عشر من كل مجموع يزيد عن هذا العدد نجد الساعات الزوالية والساعات الغروية لكل وقت من الاوقات المطلوبة في اليوم المفروض على حسب الجدول الآتي

الساعات الزوالية	الساعات الغروية	الاقوات المطلوبة
خمس وست عشرة دقيقة	صفر واحد وثلاثون دقيقة	الامساك
خمس وست وثلاثون دقيقة	صفر واحد وخمسون دقيقة	الفجر
سبع وخمس عشرة دقيقة	اثنان وثلاثون دقيقة	شروق الشمس
سبع وسبع وأربعون دقيقة	ثلاث ودقيقتان	صلاة العيد
تسع وسبع وأربعون دقيقة	خمس ودقيقتان	وجود الشمس على اتجاه
اثنان عشرة	سبع وخمس عشرة دقيقة	الظهر
اثنان واثنان وثلاثون دقيقة	تسع وسبع وأربعون دقيقة	العصر الاول
ثلاث وتسع دقائق	عشر وأربع وعشرون دقيقة	العصر الثاني
أربع وخمس وأربعون دقيقة	اثنان عشرة	غروب الشمس
ست وأربع وعشرون دقيقة	واحدة وتسع وثلاثون دقيقة	صلاة العشاء

الصباح والا فساعات المساء . وأما جهة القبلة فتعين بهذه الكيفية بوضع طرف
الابرة على نقطة اليوم المفروض كما تقدم وتحرك حتى تجيء على خط سمت القبلة ثم
نعين ساعة الصباح المقابلة لخط الساعة الواقع عليه طرف الابرة المذكورة ويحفظ في
النفس ثم ينتظر الوقت الذي تدل فيه ساعة زوالية مضبوطة على ساعة الصباح
المذكورة فتكون القبلة على اتجاه الشمس في ذلك الوقت

(تبيينه)

جميع القواعد التي ذكرناها الى هنا تتعلق باستخراج الساعات الزوالية وقد تدعو
الحاجة الى معرفة الساعات الغروبية فيلزم حينئذ تحويل الساعات الزوالية الى
ساعات غروبية وهذا التحويل متوقف على معرفة وقت الظهر في اليوم المفروض
فيلزم اجراء العمل بالكيفية الآتية ذكرها
وذلك بان تؤخذ الابرة ويوضع طرفها على نقطة اليوم المذكور كما تقدم مثاله ثم تحرك
قليلا قليلا حول نقطة (ب) الى أن تجيء على خط المشرق والمغرب وتبين خط الساعة
الذي يقع عليه الطرف المذكور فالعدد الموجود على هذا الخط الدال على ساعات
صباحية يبين وقت الظهر المطلوب بالنسبة للساعة الغروبية وعلى ذلك اذا ضم هذا
الوقت الى الساعات الزوالية لاي وقت كان من الاوقات التي تكلمنا عليها في المواد
السابقة أو الى الساعة التي تتعين بأخذ الارتفاع يكون المجموع هو الوقت المطلوب
بالساعة الغروبية . واذا تجاوز هذا المجموع اثني عشر يلزم أن يطرح منه اثنا عشر
ويجري العمل على الباقي . واذا ضعفنا وقت الظهر المذكور تحصل على مدة الليل
ووقت الشروق بالساعة الغروبية وبطرح مدة الليل من أربع وعشرين تبقى مدة
النهار

هذا وقد فرضنا فيما تقدم ان طرف الابرة يقع على أحد خطوط الساعات فان وقع
عليه بالتمام علم الوقت المطلوب بالضبط ولكن ان لم يقع عليه بالتمام ووقع ما بين خطين
من خطوط الساعات يلاحظ أن تلك الخطوط رسمت على بعد ارباع الساعات وان
طرف الابرة قد وقع في مسافة خمس عشرة دقيقة فبوجه التخمين يتحدد عدد الدقائق
ويضم الى عدد الساعات أو يطرح منه على حسب سهولة الاحوال
وحيث اننا قسمنا أيام الشهور خمسة خمسة ماعدا حزيران وكونون الاول لان الاول

حزيران وكانون الاول فان تلك الخطوط تبين منهما اليوم العاشر والسابع عشر والرابع والعشرين والاخر فقط وبواسطة الابرة المصنوعة من معدن التي توضع على بسيطة اليد يمكن تعيين شروق الشمس وغروبها في كل يوم والظهر والعصرين والعشاء والامساك والفجر ووقت صلاة العيد ومدة الليل والنهار ثم بواسطة الابرة المذكورة والشاخص العمودي في نقطة (هـ) يمكن في أثناء رؤية الشمس أخذ الارتفاع لتعديل الساعات وتعيين سمت القبلة

(في كيفية استعمال الابرة لتعيين الاوقات المذكورة ومدة الليل والنهار)

اذا أردنا معرفة الوقت في أى يوم كان من أى شهر فرض تؤخذ الابرة المعلقة في نقطة (ب) على البسيطة وتطول أو تقصر حسب ما تقتضى الحاجة حتى يجىء طرفها على النقطة المقابلة لذلك اليوم من النقط التي انقسمت على البروج على عيني البسيطة فيتعين بعد النقطة المذكورة من نقطة (ب) ثم تحرك الابرة حول نقطة تعليقها (ب) المذكورة الى أن تجىء على خط الوقت المطلوب فخط الساعة الذي يقع عليه طرف الابرة يدل على ذلك الوقت فاذا قرئ أحد العددين اللذين على طرفي هذا الخط تعلم الساعة الزوالية للوقت المبحوث عنه . ولمعرفة أى هذين العددين يدل على الوقت المطلوب يلاحظ أنه اذا كان هذا الوقت من الاوقات التي قبل الزوال كالامساك والفجر والشروق وصلاة العيد والظهر يؤخذ العدد الدال على ساعات الصباح واذا كان الوقت من الاوقات التي بعد الزوال كالعصرين والغروب والعشاء يؤخذ العدد الدال على ساعات المساء

(في كيفية استعمال الابرة والشاخص)

لتعديل الساعات بأخذ الارتفاع وتعيين جهة القبلة)

لاخذ الارتفاع في أى يوم يؤخذ طرف الابرة ويوضع على نقطة ذلك اليوم بالكيفية المتقدم ذكرها ثم توضع البسيطة عمودية على الافق واحد جانبيها متجه نحو الشمس بحيث يقع ظل الشاخص الذي في (هـ) على استقامة الخط (هـ هـ) ثم تترك الابرة حتى تأخذ موضعها الرأسي الطبيعي فخط الساعة الذي يقع عليه طرفها يدل على الوقت المطلوب فتعدل الساعات على ذلك . ولنلاحظ هنا أيضا أنه يلزم أخذ أحد العددين المرقومين على خط الساعة باعتبار كون الوقت المطلوب من الاوقات التي قبل الزوال أو التي بعده فان كانت من الاوقات التي قبله يؤخذ العدد الدال على ساعات

م = ٢٨° ٣١' ١٩" = تمام (ارتفاع الشمس)

فيظهر أن ارتفاع الشمس = ٣٢° ٢٨' ٧٠"

وإذا حسب ارتفاع الشمس بهذه الكيفية في أيام ما تكون على المدارين وخط الاستواء وفي بعض الأيام الوسطى ثم رسم من نقطة (ب) (شكل ٤٠) على بسيطة اليد التي نحن بصدد خطوط صانعة مع خط المشرق والمغرب زاويا مساوية لتلك الارتفاعات يقطع كل خط من هذه الخطوط مسقط الدائرة اليومية المقابلة له على نقطة من ضمن نقط سمت القبلة ففي مثالنا نرسم من نقطة (ب) خط (ب ط) بحيث يصنع مع (ب ل) زاوية مساوية لسبعين درجة وثمان وعشرين دقيقة واثنين وثلاثين ثانية ونغذّه الى أن يقطع مدار السرطان في نقطة (ط) وتكون هي من ضمن نقط سمت القبلة فإذا عينت نقط أخرى بهذه الكيفية على مدار الجدى وخط الاستواء وسائر الخطوط ثم ضمت جميعها يحدث خط منحني يكون هو سمت القبلة وبهذا يتم انشاء بسيطة اليد

(في كيفية استعمال بسيطة اليد)

(٩٢) بعد تكميل رسم بسيطة اليد بالقواعد المتقدم ذكرها ترسم دائرة حول جميع الخطوط (شكل ٤٠) ويمزق الورق الخارج عن محيطها. ادلا ضرورة لابقائه ثم تؤخذ علبة على جرم الورقة المرسومة عليها البسيطة ذات غطاء لولبي يفتح ويفلق وتلزم البسيطة على هذا الغطاء من الداخل ثم تثبت الابرة والشاخص العمودي في محلها بغاية الدقة بالطرق التي سبق تعريفها وحينئذ يمكن استعمالها بالطريقة الآتية ذكرها نعم ان القواعد التي تقدمت الى الآن لرسم هذه البسيطة قد فهم منها أيضا كيفية استعمالها ولكن بالنسبة للساعات الزوالية مع أنه يمكن استعمالها أيضا للساعات الفروبية فلهذا السبب رأينا ذكر الايضاحات الآتية واليك بيانها

ان بسيطة اليد التي نحن بصدد خطوطها الآن يمكن أن تستعمل في جميع البلاد التي على عرض احدى واربعين درجة بصفة آلة ارتفاع وبصفة تقويم سنوي لان الخطوط الفاصلة للشهور المرسومة على عيني الشكل منقسمة بخطوط صغيرة اذا اعتبرت على استقامة كتابة اسم الشهر المقابل لها فانها تبين أوائل الشهور واليوم الخامس منها والعاشر والخامس عشر والعشرين والخامس والعشرين وآخر كل شهر ماعدا شهرى

$$٨٢ \text{ در } ٣٨ \text{ در } ٠٥ = م س ب$$

$$١٥٠ \text{ در } ٥٠ \text{ در } ٠٩ = م س ب + م س ب = م س ب$$

٩٠

فسمت القبلة من الجنوب الى الشروق = ٩٠ در ٥٠ در ٦٠

والنحراف القبلة = ١٨٠ - م س ب = ٥١ در ٠٩ در ٢٩ من الجنوب الى الشرق
وبتبيين من ذلك أن سمت القبلة في دار السعادة ينحرف من الشرق نحو الجنوب عن
دائرة مبدأ السموت العمودية على نصف النهار بمقدار ستين درجة وخسين دقيقة وتسع
ثوان ومن الجنوب نحو الشرق بقدر تسع وعشرين درجة وعشر دقائق بالتقريب
فاذا رسمنا في دار السعادة خطا أفقيا متجها الى الجنوب كما ترى في (شكل ٤٤) فسمت
القبلة يكون على اتجاه المستقيم الصانع مع ذلك الخط زاوية (م) المساوية لتسع وعشرين
درجة وتسع دقائق واحدى وخسين ثانية

مسئلة

(كم درجة يلزم أن يكون ارتفاع الشمس في أى يوم من أيام السنة ليدل

ظل جسم رأسى على اتجاه القبلة بالتمام)

(٩١) لنفرض ان المقصود معرفة ذلك في دار السعادة ونأخذ اليوم التاسع من حزيران
ونبحث عن الارتفاع الذى فيه يدل ظل خط شاقولى على اتجاه القبلة فنقول ليكن
(م) سمت الرأس في اسلابول (شكل ٤٥) و (م هـ) سمت القبلة هنالك و (ق و) ^١
الدائرة اليومية التى ترسمها الشمس يوم انتقالها من برج الجوزاء الى برج السرطان
أعنى مدار السرطان فعند ما تجيء الشمس في نقطة (ب) يستعلم اتجاه مكة المكرمة
بالكيفية المطلوبة وحيث ان ارتفاع الشمس اذ ذاك هو (ب هـ) فلو أمكن ابتداء
معرفة الوقت الذى يكون فيه ارتفاع الشمس مساويا لهذا القوس (ب هـ) لتعينت
جهة القبلة بظل الخط الرأسى على وجه الارض فاذا وصلنا نقطة (ب) بالقطب (ح)
يحدث مثلث كروى (ح م ب) ضلعه (ح ب) يساوى تمام ميل الشمس في اليوم المفروض
و (ح م) تمام عرض المحل وزاوية (ح م ب) متمم زاوية انحراف القبلة فلو علمت هذه
المقادير الثلاثة الضلعين والزاوية المحصورة بينهما لا يمكن استخراج تمام الارتفاع (م ب)

بواسطة

(مثال ذلك)

إذا أريد استخراج سمت القبلة بالنسبة للاستانة العلية نقول حيث انه يعلم من كتب الجغرافية والخرط أن عرضها يعادل 41° شماليا وطولها بالنسبة لمدينة باريس يساوي ستا وعشرين درجة وتسعا وثلاثين دقيقة شرقيا وأن عرض مكة المكرمة يساوي احدى وعشرين درجة وثلاثين دقيقة شماليا وطولها بالنسبة لباريس يساوي سبعة وثلاثين درجة وثلاثين دقيقة فيكون الفرق بين الطولين المذكور هو احدى عشرة درجة وتسع دقائق على شرق دار السعادة فاذا وضعت هذه المعلومات في القوانين السابقة يحدث سمت القبلة وانحرافها بالكيفية الآتية

$$\begin{aligned}
 & \text{لونا مماس } 49^{\circ} = 0.0608369 \\
 & \text{لونا تمام جيب } 0.9 \text{ و } 11 = 9.9917240 \\
 & \text{لونا مماس (ب م) } = 0.0525609 \\
 & \text{واذن } 48^{\circ} 27' 33'' = \text{ب م} \\
 & \text{ب ح = تمام (عرض مكة) } = 68^{\circ} 30' 00'' \\
 & \text{ب م - } 48^{\circ} 27' 33'' = \\
 & \text{ب ح - م = م ب = } 20^{\circ} 02' 27''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{لونا تمام جيب } 49^{\circ} = 9.8179429 \\
 & \text{لونا تمام جيب } 48^{\circ} 27' 33'' = 9.8217143 \\
 & \text{لونا تمام جيب (م س) } = 9.9952286 \\
 & \text{واذن } 0.8^{\circ} 23' 20'' = \text{م س}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{لونا مماس (ب م) } = 0.0525609 \\
 & \text{لونا جيب (م س) } = 9.1740290 \\
 & \text{لونا مماس (ب س م) } = 0.8885319 \\
 & \text{واذن } 82^{\circ} 38' 00'' = \text{ب س م}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{لونا مماس (م ح) } = 9.5620278 \\
 & \text{لونا جيب (م س) } = 9.1740290 \\
 & \text{لونا مماس (م س ح) } = 0.3979988 \\
 & \text{واذن } 68^{\circ} 12' 04'' = \text{م س ح}
 \end{aligned}$$

رسمت من نقطة (ب) خطوط صائغة مع (ب د) زوايا مساوية للارتفاعات التي تستخرج فتقطع هذه الخطوط المساقط التي ذكرناها وبضم نقط التقاطع بمنحن يحدث خط العصر وقد عملنا ذلك في (الشكل ٤٠) فحدث لنا المنحنيان المكتوب عليهما العصر الاول والعصر الثاني ومحونا سائر الخطوط التي قدمنا القول عليها طلبا لتظافة الرسم

(في تعيين سمت القبلة)

(٩٠) لما كانت الكعبة المعظمة التي بمكة المكرمة زادها الله شرفا قبلة كافة المسلمين ومتجه جميع المحمدين بحيث يجب على كل مسلم في أية نقطة من نقط الكرة الارضية أن يؤدى فريضة الصلاة وهو مستقبل تلك الجهة المباركة كان من الواجب علينا أن نذكر هنا ما يلزم لتعيين سمتها بغاية الدقة فنقول

ليكن (ب) القطب الشمالى (شكل ٤٣) و (ح) مكة المكرمة و (د) نقطة على الكرة الارضية مطلوبنا تعيين سمت قبالتها وحيث انه يمكن معرفة طول وعرض مكة المكرمة وهذه النقطة من كتب الجغرافية أو من الخط فبطرح العرضين من ٩٠ درجة يعلم القوسان (ب ح) و (ب د) وهما ضلعان من المثلث الكروى (ب ح د) وأما الزاوية (د ب ح) المحصورة بينهما فهي معلومة أيضا لانها هبارة عن الفرق بين طولى نقطتي (ح) و (د) فيمكن حينئذ حل هذا المثلث بالقوانين التي سنذكرها ومتى علمنا الزاوية (ب د ح) نطرح منها تسعين درجة فالباقي مقدار سمت القبلة ولو طرحت هي من مائة وثمانين درجة يكون الباقي انحراف القبلة وهو زاوية (د ح ب) وتحصل حينئذ على المطلوب

لنرسم من نقطة (د) العمود (د م) على (ب ح) فيحدث مثلثان قائما الزاوية (ب م د) و (د م ح) ونجد في الاول منهما

مماس (أحد الاضلاع) = مماس (الوتر) \times تمام جيب (الزاوية المحصورة بينهما) (١)
فهذا القانون تستخرج قيمة (ب م) ثم نجد في نفس المثلث المذكور

تمام جيب (الوتر) = تمام جيب (العمود) \times تمام جيب (القاعدة) ... (٢)
وتستخرج منه قيمة (م د) ثم نجد

مماس (أحد الضلعين) = مماس (الزاوية المقابلة له) \times جيب (الضلع الآخر) ... (٣)
ومنه نعلم مقدار الزاوية (ب د م) ثم الزاوية (د ح م)

(مثال)

واذا فرضنا (ح م) مساويا للواحد يكون

$$ب ح = تمام مماس (غاية الارتفاع) \dots\dots\dots (١)$$

ومنه

$$\frac{ب + ١}{١} = ب ح + ١ = تمام مماس (الارتفاع في العصر الاول) \dots\dots (٢)$$

$$و \quad ٢ + ب ح = تمام مماس (الارتفاع في العصر الثاني) \dots\dots (٣)$$

لنفرض ان الشمس في الدرجة (٣٠) من برج الجوزاء وان غاية الارتفاع = ٣٠°
 ٢٧° ٧٢' فنجد

$$(١) \quad \begin{cases} \text{لونا تمام مماس (غاية الارتفاع)} = ٩,٤٩٩٨٢٢٤ \\ \text{لونا (ب ح)} = ١,٤٩٩٨٢٢٤ \end{cases}$$

$$\text{واذن} \quad ٠,٣١٦١ = ب ح$$

$$\frac{١}{١,٣١٦١} = ب ح + ١$$

$$٢,٣١٦١ = ب ح + ٢$$

$$(٢) \quad \begin{cases} \text{لونا (١,٣١٦١)} = \text{لونا (ب ح + ١)} = ٠,١١٩٢٨٨٩ \\ \text{لونا تمام مماس (ارتفاع الشمس في عصر أول)} = ١٠,١١٩٢٨٨٩ \end{cases}$$

$$\text{واذن} \quad \text{ارتفاع الشمس لعصر أول} = (٤٢^\circ ١٣' ٣٧'')$$

$$(٣) \quad \begin{cases} \text{لونا (ب ح + ٢)} = \text{لونا (٢,٣١٦١)} = ٠,٣٦٤٧٥٧٣ \\ \text{لونا تمام مماس (ارتفاع الشمس في عصر ثاني)} = ١٠,٣٦٤٧٥٧٣ \end{cases}$$

$$\text{واذن} \quad \text{ارتفاع الشمس لعصر ثاني} = (١٠^\circ ٢١' ٢٣'')$$

فيعلم من هذه الحسابات أنه اذا كانت الشمس في الدرجة الثلاثين من برج الجوزاء
 أى في اليوم التاسع من شهر حزيران يدخل وقت العصر الأقل حينما يكون ارتفاع
 الشمس سبعا وثلاثين درجة وثلاث عشرة دقيقة واثنين وأربعين ثانية بعد الزوال
 ويدخل وقت العصر الثاني حينما يكون الارتفاع ثلاثا وعشرين درجة واحدى
 وعشرين دقيقة وعشر ثوان

ومن ذلك يرى أنه اذا استعملت هذه الطريقة لايجاد الوقتين المذكورين في أيام معينة
 ورسمت من نقطة (ب) مساقط الدوائر اليومية المقابلة لهذه الايام بين المدارين ثم

(في بيان سمت القبلة وأوقات الصلوات الخمس والعيد والامسال)

(٨٨) ان بسيطة اليد مع صفرها يمكن وضعها على حالة مفيدة جدًا بحيث تستعمل بدلا من التقويمات . وبيان ذلك يقال حيث انه اذا أخذ على دائرة السم قوس مساو لاحدى وعشرين درجة ونصف تحت خط الافق من جهة الشرق يتعين وقت الامسال فاذا رسمنا (ب م) بحيث يصنع مع (ب د) الزاوية المذكورة يكون خط (ب م) هو خط الامسال ثم اذا رسمنا خطا آخر بحيث يصنع مع (ب د) زاوية مساوية لثمان عشرة درجة يكون هذا الخط خط وقت العشاء اذا اعتبر بعد الغروب وخط الفجر اذا اعتبر قبل الشروق وأما خط (ب د) فهو خط الطلوع والغروب كما سبق بيانه واذا رسم على يمينه خط (ب ٧) بحيث يصنع معه زاوية مساوية لخمس درجات يكون هو خط صلاة العيد وسيأتي كيفية استخراج وقت العصر وسمت القبلة وأما وقت الظهر فيعلم بالضرورة من خط الزوال

(في تعيين وقت العصر)

(٨٩) لتعيين وقت العصر طريقتان مختلفتان مبنيان على قولين للفقهاء . أحدهما قول أبي يوسف ومحمد وهو أن يؤخذ في وقت الزوال جسم قائم ويضاف مقدار طوله الى ظله في ذلك الوقت وعندما يصير ظل الجسم بعد الزوال مساويا لمجموع هذين الطولين يدخل وقت العصر ويسمى هذا الوقت بالعصر الاول . وثانيهما قول الامام الاعظم أبي حنيفة وهو ان يضاف الى ظل الجسم المذكور وقت الزوال ضعف طوله وعند ما يصير الظل مساويا للمجموع يدخل وقت العصر ويسمى هذا بالعصر الثاني . ليكون (م د) (شكل ٤٢) جسما عموديا على الافق و (ب د) طول ظله وقت الزوال فعند ما يصير طوله مساويا للمجموع (ب د + د م) يجيء وقت العصر الاول وعند ما يكون مساويا للمجموع (ب د + د م) يجيء وقت العصر الثاني ولحساب هذين الوقتين لاى يوم كان يقال

$$\frac{ب}{د} = مماس (ب م د)$$

$$= مماس (د م ب)$$

$$= تمام مماس (ب م ل)$$

بفرض ان (ب م ل) غاية ارتفاع الشمس لليوم المطلوب

واذا

وعينا على كل من مدارى السرطان والجدى وخط الاستواء نقط الساعات المقابلة لهذه الارتفاعات ورسمنا على كل ثلاث نقط من هذه النقط قوس دائرة تقصّل على رسم خطوط الساعات المبنية في (الشكل ٤٠) وأطوالها المحصورة بين المدارين ولتسلم العمل يرسم خط (ب م) بحيث يصنع مع (ب د) في جهة يساره زاوية مساوية لاجدى وعشرين درجة ونصف درجة وتمد خطوط الساعات الى هذا الخط وتوضع الأرقام بحيث ان أرقام ما قبل الزوال تكون في الاسفل من خط المشرق والمغرب الى خط الزوال وأرقام ما بعد الزوال تكون في الاعلى من خط الزوال الى خط المشرق والمغرب . وحيث ان خطوط ارباع الساعات التى قبل خط الزوال بساعة واحدة وبعده بساعة تتقارب جدّا حتى يكاد يلاصق بعضها ببعض فالحسن صرف النظر عن رسمها

(في بيان تقسيمات الشهور)

(٨٧) قد قسمنا في المنحنى (ق د) (شكل ٤٠) في كل جهة ستة بروج الى درجاتها فلا يمكن استعمال الآلة اذن الا بعد معرفة البرج الذى فيه الشمس والدرجة الحالية بها في اليوم المراد استعمال تلك الآلة فيه ويمكن الاستغناء عن هذا البحث الذى لا يخلو عن صعوبة بتعيين محلات أول كل خمسة أيام من الشهور الشمسية وبهذا يقلّ اختلاط الرسم ويسهل ايجاد سائر الايام وقد حررنا في الجدول (١) غاية ارتفاع الشمس لا قول كل خمسة أيام من الشهور المذكورة فاذا لاحظنا أن

غاية الارتفاع = تمام العرض + ميل الشمس (للجهة الشمالية)

وغاية الارتفاع = تمام العرض - ميل الشمس (للجهة الجنوبية)

يمكننا بواسطة الجدول المذكور معرفة الارتفاع المطلوب لايّ يوم كان واذا لوحظ ما ذكر في المادة (٨٣) ورسم من (ب) خطوط تصنع مع (ب د) زوايا مساوية للارتفاعات فان تلك الخطوط تقطع خط الساعة الثانية عشرة أعنى قوس الزوال في نقط ثم اذا رسمت من المركز (ب) أقواس تمر بكل نقطة من تلك النقط فانها تقطع اثنين من المنحنيات المرسومة داخل (ق د) موازية لخط الزوال المذكور على نقط أيام الستة شهور الاول والمنحنيين الآخرين في نقط أيام الستة شهور الاخرى فبتحديد تلك الاقواس ووضع أسمائها الاشهر يثبت المطلوب واذا كان الرسم كبيرا يمكن تعيين نقط جميع الايام

جيب (ارتفاع الشمس) = تمام جيب (ب د) $\frac{\text{تمام جيب (تمام العرض)}}{\text{تمام جيب (ب د)}}$... (٣)

$$(١) \begin{cases} \text{لونا محاس (تمام العرض)} = \text{لونا محاس } ٤٩^\circ = ٠.٦٠٨٣٦٩ \\ \text{لونا تمام جيب (الزاوية الساعية)} = \text{لونا تمام جيب } ١٥^\circ = ٠.٢٦١٨٥٨٤٣٨ \\ \text{لونا محاس (ب د)} = ٠.٤٥٧٨٠٧ \\ \text{ب د} = ٥١^\circ ٠٠' ٤٨'' \end{cases} \text{واذن}$$

$$(٢) \begin{cases} \text{ميل الشمس} = ٣٠^\circ ٣٧' ٢٣'' \\ ٣٠^\circ ٣٢' ٦٦'' \\ \text{ب د} = ٥١^\circ ٠٠' ٤٨'' \\ \text{ب د} = ٣٩^\circ ٣١' ١٨'' \end{cases}$$

$$(٣) \begin{cases} \text{لونا تمام جيب (ب د)} = \text{لونا تمام جيب } ٣٩^\circ ٣١' ١٨'' = ٠.٦٤٦٨٨٦٨ \\ \text{لونا تمام جيب } ٤٩^\circ = ٠.٧٦٨١٦٩٤٢٩ \\ \text{تمام عدد لونا تمام جيب } ٥١^\circ ٠٠' ٤٨'' = ٠.٧٧٤٦٠٨٤ \\ \text{لونا جيب (ارتفاع الشمس)} = ٠.٩٦٨٤٣٨١ \\ \text{ارتفاع الشمس في الوقت المطلوب} = ١١^\circ ٢٥' ٦٨'' \end{cases} \text{واذن}$$

وبالتأمل في هذه العملية يرى أنه في اليوم المذكور قبل الزوال بساعة أي عند تمام الساعة الحادية عشرة أو بعده بساعة أي عند تمام الساعة الأولى يكون ارتفاع الشمس مساويا لثمان وستين درجة وخمسة وعشرين دقيقة واحدة عشرة ثانية . وقد حسبنا بهذه الطريقة كافة ارتفاعات الشمس بالنسبة للنقط الأخرى وأدرجناها في الجدول (٢) ولكن لم نذكر فيه النوائ لان رسم الزاوية يكون بالمنقلة فلا لزوم لمعرفة النوائ

وجميع ما قلناه فيما سبق انما يتعلق بنقط الساعات التي تفرض فوق الافق ولما كان من الضروري معرفة بعض أوقات تكون فيها الشمس تحت الافق كالوقت الامسالك والعشاء أضفنا في الجدول المذكور بعض ارتفاعات الشمس متعلقة بتلك الاوقات حسبناها على المنوال المشروح سابقا . فاذا أخذنا تلك الارتفاعات ورسمنا من نقطة (ب) بالمنقلة خطوطا تصنع مع (ب د) زوايا مساوية لها أي للارتفاعات المذكورة

وعينا

المتقدمة على وريقة ثم تلتق على لوحة لامكان وضع المسارين المار ذكرهما
في محليهما

(في رسم بسيطة زوالية يديه لعرض الاسطوانة العلمية)

(وبين بعض مواد اخرى)

(٨٥) لرسم من نقطة (ب) شكل (٤٠) خطين عموديين (ب ع) و (ب د) ونفرض (ب د) خط المشرق والمغرب وتأخذ على هذا الخط نقطة (ع) بحيث يكون بعد (ع ب) أطول من (ل د) و (ل ع) = (ع د) ونرسم من المركز (ب) بالبعدين (ب ل) و (ب د) مسقطي مداري السرطان والجدي فاذا أخذنا من الجدول (٢) المذكور في آخر الكتاب ارتفاعات الشمس للأيام الثلاثة المذكورة ورسمنا زوايا مساوية لها في نقطة (ب) فكل ضلع منها يلاقى مسقط دائرة الشمس المقابلة له ويحدث من ذلك ثلاث نقط اذا ضممتا بعضها الى بعض بقوس دائرة نكون قد رسمنا خط الساعة الثانية عشرة أى خط الزوال وأما خطوط الساعات الاخرى فترسم بالطريقة الآتية

(في رسم خطوط الساعات)

(٨٦) اذا تأملنا في (الشكل ٣٩) نرى انه يحدث عند كل نقطة من النقط التي تكون فيها الشمس قبل الزوال وبعده في أول كل ربع ساعة على كل من مدار السرطان وخط الاستواء ومدار الجدي مثل يمكن حله بواسطة القوانين المار ذكرها وتبديل زاويته المتكوّنة عند القطب بالنسبة لكل نقطة من تلك النقط يعلم ارتفاع الشمس

مثال ذلك اذا كان (عرض البلد = 41°) ففي ٩ حزيران عند ما تكون الشمس في الدرجة الثلاثين من برج الجوزاء أو في الدرجة الاولى من برج السرطان يكون ميلها 30° و 27° و 23°

وقبل الزوال بساعة أو بعده بساعة حيث ان فضل الدائرأى الزاوية الساعية = 10° ينتج من القوانين المار ذكرها أن

محاس (ن د) = محاس (تمام العرض) × تمام جيب (الزاوية الساعية) (١)
ب د = (ميل الشمال) - ن د (٢)

على يمين البسيطة كما ترى في (الشكل ٤٠) بحيث تكون موازية لخط الساعة الثانية عشرة أى أنها ترسم من نفس مركز الخط المذكور وتحدد الاربعة الوسطى المتقارب بعضها من بعض بمسقطى المدارين ثم تعين نقط الارتفاعات لكل خمسة أيام مثلا على خط الساعة الثانية عشرة وتنقل تلك النقط الى مابين اثنتين من الدوائر الوسطى للشهر التى بين ٩ حزيران و ٩ كانون الاول وذلك برسم أقواس من نقطة (ب) التى هى مركز المدارين ثم تنقل النقط الاخرى المقابلة للسنة شهور الباقية بين الدائرتين الاخيرتين وتكتب بعد ذلك الترامام النقط المتعلقة بها وكذلك أسماء الشهور كما ترى في الشكل . هذا واذا أريد قفل خانتي حزيران وكانون الاول يرسم قوسان (ن ن) بوصل رؤس المنحنين

(في صورة الخط الشاقولى)

(٨٤) عند ما يرسم (الشكل ٣٨) يلزم أن يكون مسقط خط الاستواء (ع ح) على بعد واحد من مسقطى المدارين (ل ل) و (د د) والبعد المذكور (ل د) لابد من أن يكون أقصر من طول الخط (ب ل) ثم بعد ذلك يؤخذ الخط الشاقولى على صورة ابرتين متداخلتين احدهما فى الاخرى كما ترى في (شكل ٤١) طرف احدهما (ط) دقيق ورأس الاخرى (ص) يمكن تعليقها منه فى نقطة (ب) بمسمار برتيمى بحيث يكون فى الوسط بالضبط ويمكن تحريك الشاقول حوله بغاية السهولة

أما الجسم اللازم وضعه فى نقطة (ب) (شكلى ٣٨ و ٤٠) ليهتد ظلا على سطح البسيطة فيجب أن يوضع فى محل آخر حيث ان هذه النقطة قد شغلت بالمسمار المذكور

فلترسم خط (ه ه) من أعلى النقطة (ب) موازيا لظل النقطة المذكورة (ب ع) ونضع فى نقطة (ه) مسمارا برتيميا دقيقا عموديا على سطح البسيطة طوله ميليمتران أو ثلاثة فيكون هو الجسم المطلوب

لان أشعة الشمس يمكن اعتبارها موازيا بعضها لبعض وسيان اذن كون الظل فى نقطة (ب) على استقامة خط (ب ع) أوفى نقطة (ه) على استقامة (ه ه) الموازية للاولى . هذا ومن الضروري ان يرسم شكل البسيطة بالطرق

النهار فيؤمل الامر الى أن تؤخذ نقط الساعات المعينة على المساقط (ل ل) و (د د) و (ح ح) المرسومة في شكلنا ثم يترى بكل ثلاث منها قوس دائرة فالاقواس المذكورة تكون خطوط الساعات ويبدأ في وضع النمر بخط المشرق ذهابا الى خط الزوال أى الى مسقط مدار الجدى وذلك للساعات التي قبل الزوال وأما للساعات التي بعده فيبدأ في وضعها بخط الزوال رجوعا الى خط المغرب أى الى مسقط مدار السرطان وبهذه الكيفية يتم رسم خطوط ساعات بسيطة اليد كما ترى في (شكل ٤٠)

وحيث ان رسم خطوط أربع الساعات ونحوها بالقرب من خط الزوال يستلزم تلاصقها واختلاطها فالاولى أن لا يرسم شئ من ذلك بين خطى الساعة الحادية عشرة قبل الزوال والساعة الاولى بعده الا اذا كانت البسيطة كبيرة جدا بحيث لا يشوه وجهها رسم هذه الخطوط

ثم ان من خطوط الساعات ما لا يقطع مسقطى المدارين بل يبتدئ من مدار السرطان وينتهي على خط المشرق والمغرب فيتعسر حينئذ تعيين النقط على كل ثلاثة من تلك المنحنيات ويصعب رسم الدوائر المطلوبة ولكن يمكن في هذه الحالة اجراء العمل بالكيفية الآتية وذلك أنه لا بد لرسم أى خط من خطوط الساعات من تعيين ثلاث نقط فرسم بعض تلك الخطوط يكون بواسطة النقط الحادثة على مساقط المدارين وخط الاستواء كما يناء ورسم بعض آخر يكون بواسطة النقط التي تتعين على مدار السرطان وخط الاستواء وعلى الدائرة اليومية المقابلة ليوم مناسب لذلك ثم رسم الخطوط الباقية التي في الجهة العليا يكون بواسطة مدار السرطان والنقط التي تتعين على مسقطى دائرتين ليومين مناسبين لذلك ثم يرسم بواسطة كل ثلاث نقط قوس دائرة بأن توصل احدها بالاثنتين الاخرين بخطين مستقيمين ويقام على وسطيهما عمودان يتلاقيان في المركز وبذلك يمكن رسم جميع خطوط الساعات بغاية الدقة

(في بيان نقط تقاسيم الاشهر)

(٨٣) قد بينا فيما سبق لزوم تعيين غايات الارتفاع في أيام معلومة من أشهر السنة ونوهنا بذكر الجدولين (١٨) و (١) المندرجة فيهما تلك الغايات بالنسبة للاستانة العليا وبحسابها لكل ثلاثة أيام أو خمسة وحيث ان هذه الغايات توجد بالضرورة على خطوط الساعات الاثنى عشرة وتعين النقط المقابلة لها على تلك الخطوط وكتابة أسماء الشهور بازاها بوجبان اختلاطا في الكتابة والرسم فالأوفق رسم ستة أقواس دائرية

ويتساوى الطرفين الاولين يحدث

$$\frac{\text{تمام جيب (تمام العرض)}}{\text{تمام جيب (ق د)}} = \text{تمام جيب (ب د)}$$

ولكن تمام جيب (ب د) = جيب (ب د) = جيب (ارتفاع الشمس)

$$\text{فاذن جيب (ارتفاع الشمس)} = \text{تمام جيب (ب د)} \frac{\text{تمام جيب (تمام العرض)}}{\text{تمام جيب (ق د)}} \quad (٣)$$

فهذه الكيفية يعلم ارتفاع الشمس المطلوب

(تنبيه)

حيث ان مقدار الزاوية السويعية المذكورة في القانون الاول يزيد عن تسعين درجة بالنسبة لنقط الساعات القرية من الصباح والمساء في الايام التي تكون ساعاتها أكثر من اثني عشرة ففي هذه الايام يلزم أخذ (ق د) في المعادلة الثانية المختصة بنصف الكرة الشمالي بعلامة الزائد وأما بالنسبة لسائر النقط في حيث ان مقدار الزاوية المذكورة ينقص عن التسعين يؤخذ (ق د) بعلامة الناقص فبالقوانين السالف ذكرها يمكن تعيين ارتفاعات الشمس المقابلة لمواقعها على الدوائر اليومية عند مبادئ ساعات أيام السنة أو مبادئ ارباع ساعاتها وتكون هذه الارتفاعات نفس ارتفاعات نقط تلك الدوائر التي كانت عليها الشمس في الاوقات المذكورة فاذا لاحظنا مع هذا ماسبق ورسمنا من نقطة (ب) (شكل ٣٨) خطوطا صاعدة مع خط (ب د) زوايا مساوية لتلك الارتفاعات ثم عينا نقطة تلاقى كل خط بمسقط الدائرة اليومية المقابلة له تحدث عندنا جملة نقط تكون مساقط للنقطة المفروضة على تلك الدوائر فبضم كل جملة نقط منها مقابلة لزمان واحد بخط مستمر ثبت المطلوب

وللاحظ أن جميع خطوط الساعات المرسومة بهذه الكيفية هي أقواس دوائر مثل القوس (ل ح د) ولا يحتاج الامر في ذلك لتعيين نقط عديدة على كل منها أي لا يلزم تعيين نقط ساعات لكل يوم من أيام السنة بل يمكن الاكتفاء بالنقط المقابلة ليومي الانقلابين ويومي الاعتدالين أي ليوم انتقال الشمس من برج الجوزاء الى برج السرطان ويوم انتقالها من برج القوس الى برج الجدى ويوم وجودها على معتدل

النهار

وحيث ان تعيين النقطة المذكورة كما يظهر مما تقدم يتوقف على معرفة ارتفاع الشمس المقابل لنقطة (ب) (شكل ٣٩) فلنبعث الآن عن هذا الارتفاع فنقول

لنفرض (ق) القطب الشمالى (شكل ٣٩) و (س) سمت رأس المحل كما ذكر و (ب) موضع الشمس على مدار السرطان و (س ب ح) دائرة السمات أو الارتفاع و (ب م) سطحاً سويدياً فيحدث لنا المثلث الكروى (س ب ق) فيه الضلع (س ق) يساوى تمام عرض المحل و (ق ب) يساوى تمام ميل الشمس فى اليوم المفروض والزاوية (س ب ق) المحصورة بين هذين الضلعين تساوى فضل الدائر اللازم فرضة للوقت المطلوب أعنى أنها زاوية سويديية وحيث انه علم من هذا المثلث ضلعان والزاوية المحصورة بينهما فن السهل استقراج الضلع المجهول (ب س) وهو تمام ارتفاع الشمس أو نفس الارتفاع (ب ح) وحل المثلثات الكروية الماثلة الزوايا وان كان ممكناً بواسطة قوانين (نابير) متى علم منها ثلاثة أشياء الا أن الاوفق فى حالتنا هذه حلها بالقوانين الآتى ذكرها . لرسم من سمت الرأس (س) العمود (س د) على الضلع (ق ب) فيحدث مثلثان قائما الزاوية فباستعمال القوانين المختصة بالمثلثات الكروية التى من هذا القبيل يكون لنا

مماس (ق د) = مماس (تمام العرض) تمام جيب (الزاوية السويديية) (١) ولنا أيضاً بالنسبة لنقط الساعات الشمالية

$$ب د = ٩٠ - \text{ميل الشمس} \pm ق د \dots\dots\dots (٢)$$

وبالنسبة لنقط الساعات الجنوبية

$$ب د = ٩٠ + \text{ميل الشمس} - ق د \dots\dots\dots (٢)$$

ثم لنا

$$\begin{aligned} \text{تمام جيب (ب س)} &= \text{تمام جيب (ب د)} \text{ تمام جيب (د س)} \\ \text{تمام جيب (تمام العرض)} &= \text{تمام جيب (ق د)} \text{ تمام جيب (س د)} \end{aligned}$$

$$\text{أو} \quad \frac{\text{تمام جيب (ب س)}}{\text{تمام جيب (ب د)}} = \frac{\text{تمام جيب (د س)}}{\text{تمام جيب (ق د)}}$$

$$\frac{\text{تمام جيب (تمام العرض)}}{\text{تمام جيب (ق د)}} = \frac{\text{تمام جيب (س د)}}{\text{تمام جيب (ب د)}}$$

وحيث ان مساقط الدوائر اليومية يمكن رسمها بتدوير الخط الشاقولي حول نقطة
(ب) بعد تطويله بالمقدار اللازم فالرسم الناشئ عن ذلك لابد أن تختلط فيه الخطوط
حيث تشغل كل السطح اذا كان صغيرا فلهذا يحسن الاكتفاء برسم المدارين ومنحنى
نقط غايات الارتفاع (ل د) الا أنه يلاحظ بالنسبة لهذا المنحنى انه اذا أريد بيان نقط
الغايات في جميع الايام فان هذه النقط تتقارب جدا بعضها من بعض بحيث لا تكاد
تتميز فالاولى تعيين النقط المقابلة لكل يوم ثالث أو خامس ويكتب عليها نمر الايام
والايام وأما سائر الايام التي تقع نقطها بين نقطتين معينتين فيمكن ايجاد محلها بوجه
التخمين ويمكن في هذا المقام استعمال الجدولين (١٨) و (١) المحررين في آخر هذا
الكتاب بالنسبة لدار السعادة

هذا ومن حيث انه يلزم الآن لاتمام المقصود رسم خطوط الساعات داخل الشكل
(ل د ل) فلتسكم على ذلك فنقول

من المعلوم أن السطوح السوية في البساط الزوايية عبارة عن دوائر عظمى مارة
بالقطبين تصنع مع سطح نصف النهار زوايا مساوية لخمس عشرة درجة فاذا اعتبرنا
اليوم التاسع من حزيران نجد أن الشمس تكون فيه على مدار السرطان كما سيظهر
من (الشكل ٣٩) ولا بد في زوالها أي مجيئها الى سطح نصف النهار من أن ترسم
زاوية قطبية مقسداها خمس عشرة درجة فلنفرضها اذن في (ب) أي على سطح
الساعة الحادية عشرة قبل الزوال ولنكن (ر) سمت رأس المحل فاذا رسمنا من هاتين
النقطتين دائرة عمودية على الافق حدث ما يسمى بالدائرة السمتية أو دائرة الارتفاع
لان ارتفاع الشمس في ذلك الوقت هو القوس (ب ح) فاذا فرضنا أن هذا الارتفاع
معلوم ورسمنا في (الشكل ٣٨) خطا ملرا بالنقطة (ب) صانعا مع (ب ل) زاوية
مساوية للارتفاع المذكور ثم عينا نقطة تلاق ذلك الخط مع مسقط الدائرة (ل ل)
التي ترسمها الشمس في اليوم المفروض نكون قد عينا على مسقط مدار السرطان
الساعة الحادية عشرة قبل الزوال والساعة الاولى بعده لان طول الخط الشاقولي في
التاسع من حزيران يساوي (ب ل) وعند الساعة الحادية عشرة قبل الزوال أو الساعة
الاولى بعده اذا وضعت الآلة المارة ذكرها وضعا عموديا على الافق بحيث يكون أحد
أطرافها متجهها نحو الشمس فان ظل الجسم (ب) ينطبق على الخط (ب ح) تمام
الانطباق ويكون طرف الشاقول على نقطة الساعتين المذكورتين

نوع مخصوص للقوس الذي ترسمه الشمس من الصباح الى المساء . وكذلك في اليوم التاسع من كانون الاول اذا جعلنا الشاقول مساويا للطول (ب د) وفرضنا غاية ارتفاع الشمس في ذلك اليوم مساوية للزاوية (د ب د) يكون انطواء مسقط القوس الذي ترسمه الشمس في النهار هو القوس (د د)

فالنقط الثلاث (ل ح د) هي نقط الزوال في الايام الثلاثة المذكورة وهي نقط تلاقى نصف نهار المحل بمدار السرطان ومعدل النهار أي بخط الاستواء ومدار الجدي فيمكن اذن بواسطتها رسم دائرة نصف النهار لان ثلاث نقط تكفي لتعيين الدائرة فاذا رسم قوس دائرة ماراً بالنقط الثلاث (ل ح د) يمكن اعتبار هذا القوس مسقطاً من نوع مخصوص للجزء المحصور بين المدارين من محيط نصف النهار وحينئذ يكون القوس المذكور مركباً من النقط المقابلة لغاية ارتفاع الشمس في جميع أيام السنة فهو اذن خط الزوال أعنى خط الساعة الثانية عشرة . وحيث ان خط (ل د) يبين من دائرة الافق الجزء المحصور بين مدار السرطان ومدار الجدي فهو اذن خط الطلوع في الصباح وخط الغروب في المساء . وحيث ان مساقط أجزاء الدوائر اليومية التي ترسمها الشمس نهاراً في جميع أيام السنة محصورة بين مسقطي المدارين (ل ل) و (د د) فن اليوم التاسع من شهر حزيران الى التاسع من كانون الاول تأخذ المساقط في التناقص بالتدريج من (ل ل) الى (د د) ومن التاسع من كانون الاول الى التاسع من حزيران تأخذ في التزايد من (د د) الى (ل ل) . واذا أريد رسم المساقط المقابلة للأيام المحصورة بين اليومين المذكورين أعنى التاسع من شهر حزيران والتاسع من كانون الاول يلزم تعيين غاية الارتفاع لتلك الايام ويكفي في ذلك أن تزيد على تمام عرض البلد ميل الشمس في اليوم المطلوب معرفة الغاية فيه اذا كانت الشمس في البروج الشمالية وأن تطرحه منه اذا كانت في البروج الجنوبية ثم يرسم من نقطة (ب) خطوط تصنع مع (ب د) زوايا مساوية للغايات المذكورة وتعين نقط تلاقى تلك الخطوط بالقوس (ل ح د) ويرسم على كل منها محيط دائرة من المركز (ب) فتكون تلك الدوائر هي المساقط المطلوبة ويمكن اختصار هذا العمل بأن ترسم هذه الدوائر بواسطة الخط الشاقولي حيث انه معلق في المركز غير أنه يلزم تطويله أو تقصيره بالنسبة لبعده كل نقطة عن المركز المذكور وهذا وأما الدوائر اليومية لايام الستة شهور الاخر فحيث انها مقابلة للدوائر الاولى فلا حاجة لرسمها

فبطرح الزاوية المشتركة بينهما وهي (ع ب د) يكون الباقيان (ش ب ع) و (د ب ق)
متساوين وهو المطلوب

وبناء على ما قدمناه اذا رسمنا على سطح خطين عموديين مثل (ح ب) و (ب د) ثم
وضعتنا في نقطة تقاطعهما جسما محدثا للظل وعلقنا فيه خطا شاقوليا وجعلنا السطح
عموديا على الافق وأحد أطرافه متجها جهة الشمس ثم حركنا السطح باليدين حتى ينطبق
الخط (ب ح) على استقامة ظل الجسم المفروض في (ب) تكون الزاوية الواقعة بين
الشاقول (ب ق) والخط (ب ل) هي ارتفاع الشمس

ويستفاد من ذلك انه اذا جعل طول الشاقول (ب ق) مساويا للخط (ب ل) واستعملت
هذه الآلة في اليوم التاسع من شهر حزيران من وقت طلوع الشمس الى وقت
غروبها وقتا بعد وقت من الصباح الى المساء بحيث ان ظل النقطة (ب) لا يفارق
الخط (ب ح) ففي وقت الشروق ينطبق (ب ح) على الخط الافقي (ب ع) والخط
(د ب) على الشاقول (ب ق) وحينما تصعد الشمس يلزم تغيير وضع السطح لابقائه
الظل على الخط (ب ح) واذا ذلك تحدث زاوية بين (ب ق) و (ب ل) تأخذ
في التزايد الى وقت الزوال وحيث ان الشمس في هذا الوقت تكون في غاية
ارتفاعها فاذا فرضنا ان هذه الغاية يومئذ مساوية للزاوية (ل ب ل) يجيء الخط
(ب ل) وقت الزوال تحت الشاقول (ب ق) وبعد الزوال يفارقه راجعا فتأخذ
زاوية الارتفاع في التناقص الى أن تقرب الشمس فتصير حينئذ صفرا أعني أن الخط
(ب ل) يرجع وينطبق على الشاقول (ب ق) والظل (ب ح) على الافق (ب ع)
ومن ذلك يعلم ان طرف الشاقول (ق) يرسم في اليوم المفروض القوس (ل ل)
من وقت الطلوع الى الزوال ثم يرسم عكس هذا القوس أعني (ل ل) من وقت الزوال
الى الغروب فيمكن حينئذ اعتبار هذا القوس انطواء مسقط من نوع مخصوص للقوس
الذي رسمته الشمس في ذلك اليوم

هذا وفي يومى الاعتدالين الواقعين في شهرى مارث وابلول نأخذ الخط الشاقولي أطول
مما كان ونفرضه مساويا لطول الخط (ب ع) فاذا أجرينا العمليات المتقدم ذكرها
وفرضنا غاية ارتفاع الشمس في ذينك اليومين مساوية للزاوية (ع ب ح) يجيء الخط
(ب ع) وقت الزوال تحت الشاقول ثم يتباعد عنه الى وقت الغروب فيجىء اذ ذلك
الخط (ب ع) تحت الشاقول ويمكن حينئذ اعتبار القوس (ع ح) انطواء مسقط من

(في تعيين وقتي الطلوع والغروب)

(٨١) قد قلنا فيما سبق ان وقتي الطلوع والغروب فيما عدا البسيطة الافقية يكونان على اتجاها الفصل المشترك بين سطح البسيطة وبين السطح الافقي المرسوم اما من مركز ثقب اللوحة واما من رأس الشاخص وقد اتضح لك بما قدمناه كيفية رسم المنحنيات المظلمة لكل يوم من أيام السنة فلا يعسر عليك اذن معرفة هذين الوقتين وذلك بواسطة نقطة تلاقى هذا الفصل بالمنحنيات المظلمة فاذا أخذنا يوما من الايام وأردنا معرفة وقت الطلوع والغروب فيه نعتبر المنحنى المقابل لذلك اليوم ونفرض خطا سويويا مارا بنقطة تلاقيه بالفصل المشترك ثم نقارن ذلك الخط بخطى الساعات القرينين فنحن نعلم عدد الساعات والدقائق المبينة بذلك الخط ومقدارها يكون اما وقت الطلوع واما وقت الغروب

الفصل الخامس

(في بيان بسيطة اليد)

(٨٢) جميع البسائط الزوالية التي تكلمنا عليها الى الآن كما ترسم على سطوح مختلفة ثابتة كذلك ترسم على سطوح صغيرة غير ثابتة بحيث يمكن وضعها في الجيب كالساعات واستعمالها في أى وقت تكون فيه الشمس مرئية وهذا النوع من البسائط يسمى ببسائط اليد

ولبيان ذلك نفرض خطا شاقوليا في موضعه الرأسي (س ن) (شكل ٣٨) ونضع بأعلى احدى نقطه (ب) جسما صغيرا يمكن رؤية ظله فاذا كانت الشمس في (ش) يكون ذلك الظل على استقامة الخط (ب ح) واذا رسمنا من نقطة (ب) العمود (ع ع) على الخط الشاقولي (ش ن) فالعمود المذكور يكون أفق المحل المقروض وتكون الزاوية (ش ب ع) الواقعة بين هذا العمود والشعاع (ش ب) هي ارتفاع الشمس في ذلك الوقت

ثم اذا رسمنا من نفس النقطة (ب) العمود (ب د) على الشعاع (ش ح) يصنع هذا العمود مع الخط الشاقولي (ب ن) زاوية (ب د ن) مساوية لارتفاع الشمس (ش ب ع) لان زاويتي (ش ب د) و (ع ب د) قائمتان بالعمل فهما متساويتان

في النقط (١) و (٢) و (٣) و وهكذا فننقلها على الخط المفروض (هـ ك) نجد
النقط المطلوبة وبشكل هذا العمل على سائر خطوط الساعات نجد على كل منها نقطة
مثل هذه النقطة وبضم هذه النقط بعضها الى بعض تحدث المنحنيات المطلوبة
(فائدة مستنبطة من الطريقة الثانية)

(٨٠) يستنتج من الطريقة الثانية فائدة مهمة بواسطتها يمكن تعيين النقط المطلوبة
بدون توقف على رسم خطوط كثيرة وبدون أن يحصل اختلاط في الرسم البتة وهي
أن يؤخذ على ورقة شفافة بعد (هـ م) (شكل ٣٧) مساويا للمرقم ويرسم عليهم
(م) العمود (ط ل) فيكون هو الخط الاستوائي ثم يرسم من جهتيه الزوايا المساوية
لميول الشمس وعند ما يراد تعيين نقط على أحد خطوط الساعات توضع تلك الورقة على
سطح البسيطة المفروضة بحيث تكون النقطة (هـ) على مركزها و (ط ل) على نقطة
تقاطع خط الساعة المفروض بمعدل النهار فنقط تقاطع خط الساعة بالخطوط المرسومة
على الورقة الشفافة تكون النقط المطلوبة وبشكل هذه العملية بالنسبة لكل خط من
خطوط الساعات تعلم جميع النقط فبوصلها بعضها ببعض ترسم المنحنيات
هذا ومن الضروري أن يكتب اسم كل برج على المنحنى المقابل له أو علامته الفلكية
فلهذا وضعنا جدولا مشتملا على أسماء جميع البروج وعلاماتها وزدنا فيه مقادير
ميول الشمس عند حلولها فيها ومبادئ دخولها فيها بالنسبة للشهر الرومية

أشارات البروج	أسمائها	درجاتها	ميول الشمس	دخول الشمس في البروج
		درجه	دقيقه	ايام شهر
♈	الحل	٠٠	٠٠	٨ مارث
♉	الثور	٣٠	٢٩	٨ نيسان
♊	الجوزاء	٦٠	١٠	٩ مايو
♋	السرطان	٩٠	٢٧	٩ حزيران
♌	الاسد	١٢٠	١٠	١١ تموز
♍	السنبلة	١٥٠	٢٩	١١ اغسطس
♎	الميزان	١٨٠	٠٠	١١ ايلول
♏	العقرب	٢١٠	٢٩	١١ تشرين الاول
♐	القوس	٢٤٠	١٠	١٠ تشرين الثاني
♑	الجدي	٢٧٠	٢٧	٩ كانون الاول
♒	الدلو	٣٠٠	١٠	٨ كانون الثاني
♓	الحوت	٣٣٠	٢٩	٦ شباط

(في)

و يستفاد أيضا من المواد السابقة أنه اذا تعينت على كل وتر من أوتار المثلثات نقط مثل النقط المتقدم ذكرها ثم طبقت على خطوط الساعات تحدث نقط عديدة اذا ضم بعضها الى بعض بخطوط منخية ترسم المنحنيات المطلوبة

ليكن (هـ) (شكل ٣٦) مركز البسيطة و (سـ) خط معدّل النهار و (هـ ص) أحد خطوط الساعات ثم لنفرض أن طول المرقم معلوم وهو البعد ما بين مركز البسيطة المفروضة والبسيطة الاستوائية ونبحث حينئذ عن المثلث القائم الزاوية المفروض في السطح السويحي المار بالخط (هـ ص) ونطبقه على سطح البسيطة فنحيط ان وتر هذا المثلث عبارة عن البعد (ل هـ) ومعلوم أن كل دائرة مركزها منتصف وتر مثلث قائم الزاوية ونصف قطرها نصف ذلك الوتر يكون محيطها مارا برأس الزاوية القائمة فلو جعلنا حينئذ منتصف (ل هـ) وهو (س) مركزا ورسمنا دائرة بنصف قطر مساو لنصف البعد (ل هـ) فمحيطها يمر برأس المثلث المطلوب وحيث ان رأس المثلث المذكور عبارة عن مركز البسيطة الاستوائية والغرض معرفة بعده عن المركز (هـ) فاذا رسمنا من هذه النقطة قوسا بالبعد المذكور فنقطه تلاقيه بالمحيط تكون رأس المثلث فليكن (م) تلك النقطة وبوصلها بنقطتي (هـ) و (ل) يحدث المثلث المطلوب (هـ م ل) واذا رسمنا بعد ذلك الزوايا

(ط م ح) و (ط م د) و (ط م ع) وهكذا

المساوية كل واحدة منها ميل احدى الدوائر اليومية السبع فالاشعة

(م ح) و (م د) وهكذا

نقطع (هـ ص) في النقط

(١) د (٢) د (٣) د (٤) و (٥) وهكذا

وهي النقط المطلوبة أعنى نقط المنحنى المظلم المقابلة لرؤس بروج الحمل والنور والجوزاء والسرطان والاسد و وهكذا

وكما عينا هذه النقط على (هـ ص) يمكننا أن نعين مثلها على سائر خطوط الساعات بواسطة تلك الاشعة السبعة نفسها وإبيان ذلك نفرض خطا آخر (هـ ك) من خطوط الساعات ونلاحظ أن المثلث المقابل لهذا الخط وتره يساوي البعد (هـ ب) فاذا أخذنا هذا البعد بدلا من وتر المثلث الاول ورسمنا به قوسا يقطع خط الاستواء (م بـ) في نقطة (بـ) يكون المثلث الثاني هو (هـ م بـ) والاشعة بمدها تقطع الوتر (هـ بـ)

تكن أسطحها عمودية على سطح نصف النهار فلهذا رأينا أن نذكر طريقة أخرى
مشتقة على جميع أنواع البساط

(تنبيه)

حيث ان سطح نصف النهار يقسم كل بسيطة عمودية عليه قسمين متساويين متناظرين
نقط نصف نهار البسيطة يقسم حينئذ المنحنى المظم قسمين متساويين متناظرين أيضا
ولذلك يكون الخط المذكور هو المحور الأكبر للمنحنى وأما البساط التي ليست عمودية
على سطح نصف النهار فمحور المنحنى فيها هو ما تحت المرقم

(في القاعدة الثانية لرسم المنحنيات المظلمة)

(٧٩) لسهولة رسم المنحنيات المظلمة لبسيطة ما عمودية كانت على سطح نصف النهار
أو مائلة عليه يقال تصور على كل سطح سويي مثلثا قائم الزاوية بحيث يكون أحد
ضلعي الزاوية القائمة مشتركا في جميع المثلثات وهو المرقم أعني الخط الواصل بين
مركز البسيطة الاستوائية ومركز البسيطة المقروضة ويكون الضلع الآخر عبارة عن
الجزء المحصور بين مركز البسيطة الاستوائية ومعدل النهار من خط الساعة الاستوائية
المقابلة لكل سطح سويي ويكون الوتر عبارة عن الجزء المحصور بين مركز البسيطة
المقروضة ومعدل النهار من كل خط من خطوط ساعات هذه البسيطة وإذا تعينت
المواضع التي تكون فيها الشمس على الدائرة اليومية في ابتداء كل ساعة من ساعات
يوم معين فأشعة الشمس الآتية الى مركز البسيطة الاستوائية في الاوقات المذكورة
من ذلك اليوم تصنع مع خطوط ساعات تلك البسيطة زوايا متساوية قيمتها ميل الشمس
في اليوم المقروض وبناء على ما ذكر اذا أريد رسم المنحنيات المذكورة في المادة
(٧٧) تفرض سبع دوائر يومية وترسم سبعة أشعة بحيث يصنع بعضها مع بعض في
الدائرة الاستوائية على سطح البسيطة سبع زوايا مساوية لميل كل دائرة يومية على
خط الاستواء ويكون الشعاع الاوسط عموديا على المرقم وحينئذ يكون عبارة عن خط
الاستواء ويقطع خط ساعة بسيطتنا أعني وتر أحد المثلثات المتقدم ذكرها الموجود
في سطح نصف النهار في النقطة التي يلاقه فيها معدل النهار وأما سائر الأشعة فانها
تقطع الوتر المذكور على يمين وشمال النقطة المذكورة وتكون جميع هذه النقط هي
رؤس المنحنيات المطلوب رسمها

(د ز) حول قطرها (د ز) حتى تصير موازية لسطح المساقط الرأسية ويكنى في ذلك أن نرسم من منتصف الخط (د ز) وبالبعد (د ٦) نصف دائرة فتكون نقطة تلاقي محيطها بنصف النهار التي هي (د) هي نقطة الزوال وإذا قسمنا نصف هذه الدائرة بالأبداء من النقطة المذكورة اثني عشر قسما متساوية يعلم من نقط التقاسيم مواضع الشمس وقت الساعات (١٢) و (١٠) و (٩) و وهكذا فإرجاع الدائرة المذكورة الى وضعها الاصلى تحرك كل نقطة من تلك النقط على عمود نازل منها على الخط (د ز) وتكون مواقع هذه الاعمدة (١٢) و (١٠) و (٩) و وهكذا عبارة عن المساقط الرأسية لتلك النقط . ولايجاد موقع ظل النقطة (م) وقت مرور الشمس بهذه النقط نصلها جميعا بالنقطة (م) ونبحث عن آثار الخطوط الواصلة فتكون هذه الآثار مواضع الظل المذكور فلنصل اذن النقط المقروضة بخطوط مستقيمة ونعدها الى أن تلاقي محور المساقط ثم من نقط التلاقى نقيم أعمدة على المحور المذكور ثم يقال حيث ان الظل المقابل لكل ساعة لابد أن يوجد في البسيطة على خط تلك الساعة فإذا مددنا هاته الاعمدة الى أن تقطع خطوط ساعات ما قبل الزوال وما بعده تحصل على النقط المطلوبة فإذا اعتبرنا على خط (د ز) النقطة (٩) ووصلناها بنقطة (م) وملدنا الخط الواصل بينهما الى أن يلاقى محور المساقط ثم أقننا من نقطة التلاقى عمودا على المحور المذكور يقطع خط الساعة (٩) قبل الزوال وما يقابله بعد الزوال أعنى خط الساعة (٣) وتكون نقطتنا (٩) و (٣) من ضمن نقط المحنى المظلم المقابل لليوم المقروض وبالأجراء على هذا المنوال يمكن تعيين نقط كثيرة من نقط المحنى المذكور وبضم بعضها الى بعض يتم المقصود

ويرى من الشكل أن المحنى الذى رسم بهذه الطريقة نظرا لمدار السرطان هو نفس المحنى الذى رسم نظرا لمدار الجدى وأما المنحنىات الوسطى فتعبرم بالطريقة المتقدمة وهى ستة منحنيات كما ترى في الشكل وقد كتبنا بجانب كل واحد منها اسم البرج المختص به ففى وقع ظل رأس المرقم على واحد منها يعلم البرج الحالية فيه الشمس بالنسبة للفصول الاربعة

(ملحوظ على القاعدة الاولى هذه)

(٧٨) ان هذه القاعدة فضلا عن كونها طويلة لا يمكن استعمالها في البسائط التى لم

أسماء البروج ميل الشمس

- (١) في مبدأ الحمل والميزان - ٠٠ ٠٠
 (٢) في مبدأ الثور والسنبلة والعقرب والحوت ± ٢٩ » ١١
 (٣) في مبدأ الجوزاء والاسد والقوس والدلو ± ١٠ » ٢٠
 (٤) في مبدأ السرطان والجدي ± ٢٧ » ٢٣
- فاذا أخذنا على نصف النهار فوق خط الاستواء وتحت الإبعاد (ط ح) و (ط ز) و (ط ح) و (ط ح) و (ط ح) مساوية للميل المذكورة وفرضنا ان الشمس في مبادئ البروج تكون على النقط (ز) و (ح) و (ط) و (ح) و (ح) و (ح) فبوصـل جميع هذه النقط برأس الشاخص (م) يمكن إيجاد ظل النقطة (م) على البسيطة وقما تكون الشمس في تلك النقط وذلك بأن نأخذ الخطوط الواصلة تلك النقط بنقطة (م) الى أن تقطع محور المساقط (س هـ) ثم من نقط الملاقاة نقيم أعمدة على المحور المذكور فتقطع نصف النهار (ع هـ) في النقط (ز ح) و (ح ط) و (ط ح) و (ح ز) ويكون كل نقطة منها رأس منحنى مظلم لبرجين متقابلين
- ومن المعلوم أن الشمس تنتقل من برج الى برج آخر في مدة ثلاثين يوما ويوم الانتقال هو ما بين اليوم السابع والحادى عشر من كل شهر رومى ففى هذه الايام ينتقل ظل النقطة (م) التى بعدها عن (م) مساو للبعد (ب م) من احد المنحنيات المرسومة الى منحنى آخر

هذا ومتى تم تعيين رؤس المنحنيات بالكيفية المار ذكرها يبحث عن نقط اخرى لكل منحنى فاذا أخذنا اليوم الذى فيه ترسم الشمس مدار السرطان (ز ح) مثلا وأردنا رسم المنحنى المقابل لذلك اليوم نبحث عن المساقط الرأسية على خط (ز ح) للنقط التى تكون فيها الشمس فى أول كل ساعة من ساعات اليوم المفروض ثم نصل هذه المساقط برأس المرقم ونعين على سطح البسيطة آثار الخطوط الواصلة فتكون تلك النقط من ضمن نقط المنحنى الذى يرسمه ذلك اليوم ظل رأس المرقم على سطح البسيطة ولايجاد النقط التى تكون عليها الشمس فى أوائل الساعات يلاحظ أنها نقط تلاقى محيط الدائرة اليومية (ز ح) بالسطوح السويعية الصانعة بعضها مع بعض زوايا متساوية على خمس عشرة درجة فلايجاد المساقط الرأسية لهذه النقط ندور الدائرة

بدلاً من ميل الشمس ميلها الاعظم المساوى (٢٨° ، ٢٣°) بالتقريب فيحدث

$$\text{العرض} = ٩٠^\circ - ٢٨^\circ = ٦٢^\circ$$

ثم يقال ان كل بلدة عرضها أقل من هذا المقدار أى من (٢٢° ، ٦٦°) بان كانت من البلاد التى فى المنطقة المعادلة أو الحارة يكون فيها المنحنى دائماً قطعاً زائداً وكل بلدة يزيد عرضها عن ذلك المقدار بأن تكون من البلاد التى فى المنطقة الباردة يختلف فيها القطع فيكون زائداً فى أيام كثيرة يليها يوم واحد يكون فيه مكافئاً ثم يليه أيام أخرى يكون فيها ناقصاً ثم يليها يوم يرجع فيه مكافئاً وبعد ذلك يرجع القطع زائداً ويتم الدور على ما تم عليه أولاً وهكذا

(القاعدة الاولى لرسم المنحنىات المظلمة)

(٧٧) اذا اريد رسم المنحنىات المظلمة لآى محل كان يلزم أولاً البحث عن نوع كل منها بالنسبة لذلك المحل ثم يجرى العمل كما سيذكر بعد ولكن ينبغى لنا أن نلاحظ انه اذا كان المراد رسم جميع المنحنىات لمحل واحد فانه ينشأ عن ذلك اختلاط فى الخطوط على سطح البسيطة فضلاً عن زيادة المشقة فى الرسم وبهذا السبب تقل المنفعة المتصورة من تلك المنحنىات فالأوفق أن لا ترسم منحنىات جميع الايام بل المنحنىات المقابلة فقط للدوائر التى ترسمها الشمس عند حلولها فى رؤس بعض البروج الاثنى عشر المنقسم اليها المدار الذى تقطعه الشمس فى مدة السنة . ليكن (د) (شكل ٣٥) المدار المذكور أى دائرة البروج فإذا عين عليه ست نقط مقابلة لمبادئ ستة من البروج دلت نفس هذه النقط على مبادئ الستة بروج الأخرى المقابلة للاولى وحيث ان كل واحدة من هذه النقط مشتركة بين برجين يمكن اعتبار كل نقطة مبدأ لبرجين متناظرين وحينئذ يكتب برسم منحن واحد لكل برجين وحيث ان لكل برجين متقابلين بالتناظر ميلاً واحداً يكون الجزء (م د) من (د ن) محتوياً على برجي فصلى الربيع والصيف والجزء (م ن) على برجي فصلى الخريف والشتاء وبناء على ذلك يؤل الامر الى رسم المنحنىات المقابلة لميول الشمس فى ابتداء الفصول الاربعه المذكورة فقط ودونك جدولاً فى ذلك

حيث ان زاوية (م ه ب) تساوى عرض البلد فالافق (ب ه) يتغير بتغير العرض المذكور فاذا غيرنا الزاوية (م ه ب) على التدريج من الصفر الى ٩٠ درجة يتضح لنا جميع الاحوال المذكورة آنفا فالبلاد التى فى المنطقة الحارة يقطع افقها جميع الدوائر اليومية كما قلنا وحينئذ فالمنحنى يكون هناك دائما قطعاً زائداً واذا اشتربنا ان لا يقطع الافق (ب ه) أحد المخروطات مثل (د م د) يلزم أن يكون خط (ب ه) موازياً لخط (م د) حينئذ يكون

$$د م ط + ط م ه + م ه ب = ١٨٠^\circ$$

أعنى

$$\text{ميل الشمس} + ٩٠^\circ + \text{عرض البلد} = ١٨٠^\circ$$

وبالاختصار

$$\text{ميل الشمس} + \text{عرض البلد} = ٩٠^\circ$$

وعلى ذلك فكل يوم فى بلدة ما تحقق فيه هذه المعادلة يكون قطع المخروط التالى فيه موازياً لاحد مولداته فالمنحنى الحاصل حينئذ يكون كما هو معلوم من نظريات الخطوط المخروطية قطعاً مكانياً

وأما الايام التى يكون فيها

$$\text{ميل الشمس} + \text{عرض البلد} < ٩٠^\circ$$

فتمكون فيها مولدات المخروط كلها مقطوعة ويكون حينئذ المنحنى قطعاً ناقصاً أما اذا كان

$$\text{عرض البلد} = ٩٠^\circ$$

فيكون قطع المخروط عمودياً على المحور والمنحنى يكون دائرة وأما اذا كان

$$\text{ميل الشمس} + \text{عرض البلد} > ٩٠^\circ$$

نخط الافق بصنع مع المولدين النهائيين المثلث (س م ه) كما تراه فى الشكل وفى هذه الحالة يكون قطع المخروط دائماً قطعاً زائداً

هذا واذا أريد معرفة العروض التى يتولد فيها كل نوع من أنواع المنحنيات المذكورة يوضع فى هذه المعادلة

$$\text{ميل الشمس} + \text{العرض} = ٩٠^\circ$$

بدلاً

ويستنتج من هذا الرسم اتنا لو فرضنا الشمس عند نقطة (ط) أعنى على خط الاستواء يكون شعاعها في ذلك اليوم هو الخط (ط م) العمودى على محور العالم وحينما تتم دورتها في اليوم المذكور يرسم هذا الخط سطحا مستويا عموديا على محور العالم والمخروطان السابق ذكرهما يقعدان ويصيران سطحا مستويا ولهذا السبب يكون النحنى المظلم المقابل لذلك اليوم خطا مستقيما هو والفصل المشترك بين سطح الاستواء وسطح البسيطة أى معتدل النهار وبناء على ما ذكر إذا مددنا خط الاستواء (ط ط') الى أن يلاقى محور المساقط ورسمنا من نقطة الملاقاة العمود (س س') على المحور المذكور يكون هذا الخط هو معتدل النهار المطلوب وهذا الخط يكون عموديا على خط الزوال في البسائط العمودية على سطح نصف النهار وأما في البسائط المائلة على نصف النهار فيكون عموديا على ماتحت المرقم

وإذا فرضنا أن الشمس ليست على خط الاستواء بل على شماله في أقصى بعد منه وهو مدار السرطان (د د') ووصلنا موضعها (د) بالنقطة (م) ففي أثناء ما تتم حركتها اليومية يرسم الشعاع (م د) المخروط الضوئى (د م د') والمخروط الظلى (م م د') وحيث أن هذين المخروطين يلاقيان الافق المقروض فهو يقطعهما على قطع زائد يكون أحد رؤسه عند (د') والآخر عند (ن') وإذا فرضناها على جنوبيه في أقصى بعد منه أيضا وهو مدار الجدى نجد نفس القطع الزائد المتآدم ذكره ومن ذلك يستتج أن القطوع الزائدة المتقابلة للأيام التى تكون فيها الشمس فى النصف الجنوبي من الكرة السماوية هى نفس القطوع المتقابلة للأيام التى تكون فيها الشمس فى النصف الشمالى على التناظر

هذا ويفهم من الشكل انه يلزم لايجاد قطع زائد ليوم من أيام السنة فى بلدة ما ان يكون افق تلك البلدة يقطع الدوائر اليومية وهذا يتوقف على كون البلدة فى المنطقة الحارة أو المعتدلة أما لو كانت فى المنطقة الباردة فلا يقطع افقها الدوائر المذكورة الا فى بعض أيام السنة فى تلك الايام يكون القطع زائدا أيضا وأما اذا كان الافق مماسا للدوائر اليومية فيكون القطع مكافئا ويكون ذلك فى يوم أو يومين من أيام السنة وإذا لم يلاقى الافق تلك الدوائر بالمرّة يكون القطع ناقصا وفى عرض تسعين أى فى القطب يكون القطع دائرة تامة . ولايضاح جميع ذلك نقول

الفصل الرابع

(في بيان رسم المنحنيات الظلية التي تتكون على سطح البسيطة حينما تكون الشمس في رؤس البروج)

(٧٦) البسائط التي يينا رسمها في جميع ما تقدم تختص بمعرفة الاوقات فقط ويمكن أن يستفاد منها زيادة على ما ذكر معرفة أمور أخر مهمة ولكن بإضافة قليل من الرسم اليها فلتسكلم على ذلك تقيما للفوائد وتكثيرا للتأثير فنقول من الممكن أن يفرض أن الشمس ترسم كل أربعة وعشرين ساعة دائرة يومية عمودية على محور العالم بدون أن يحدث عن ذلك الفرض خطأ محسوس فاذا تصورنا رسم مستقيم ما بين الشمس ورأس شاخص البسيطة أو مركز ثقب اللوحة ثم فرضنا ذلك الخط ثابتا عند رأس الشاخص أو مركز الثقب المذكور فبدوران الشمس على محيط الدائرة اليومية يرسم ذلك الخط مخروطين متحدي الرأس أحدهما متجه نحو الشمس ويسمى بالمخروط الضوئي والآخر متجه نحو سطح البسيطة ويسمى بالمخروط الظلي وهذا المخروط يقطع سطح البسيطة على منحنى يسمى بالمنحنى المظلم كما تقدم في الفصل الاول ودرجة انحناء هذا المنحنى وموضعه على البسيطة يكونان بنسبة بعد الشمس عن خط الاستواء فيتبعان على الدوام ميلها بحيث يكون لكل يوم منحنى مخصوص وبناء على هذا اذا أمكن رسم منحنيات جميع الايام أو بعضها قبل تلك الايام يتيسر للانسان أن يعرف ميل الشمس المقابل ليوم معلوم وفي أى برج توجد الشمس وكم عدد أيام السنة وذلك بالبحث عن المنحنى الذى يرسمه في ذلك اليوم الخيال الضوئي أو ظل رأس شاخص البسيطة فخرصا على اقتناص هذه الفوائد الجليلة بإدرانا بذكر كيفية رسم تلك المنحنيات التي لا تخرج عن كونها بعض القطوع المخروطية وهى القطع الزائد والقطع المكافئ والقطع الناقص والدائرة ولتهد لذلك بالبحث عن نوع انحناء كل منها بالنسبة للنقط المختلفة على سطح الكرة الارضية فنقول ليكن (هـ ع) (شكل ٣٥) نصف النهار لبسيطة افقية و (هـ) مركزها و (م هـ) المسقط الافقى للمرقم و (هـ م) مسقطه الرأسى ولنفرض مركز الكرة السماوية عند رأس الشاخص أو مركز الثقب (م) فكل دائرة مثل (ن ب ك) ترسم يجعل هذه النقطة مركزا يمكن أن تعتبر نصف نهار المحل أو الكرة السماوية وكذلك يمكن فرض المرقم (ك) (محور العالم و (ط ط) خط الاستواء والخطين (د د) و (ن ن) الموازيين لهذا الخط على بعد ثلاث وعشرين درجة وثمان وعشرين دقيقة مدارى السرطان والجدي فبما ذكر تكون جميع الدوائر التي ترسمها الشمس في أيام الفصول الاربعة محصورة بين هذين المدارين

ويستنتج

لرسمها على سطوح منحنية فيلزم لاتمام القائمة أن تتكلم على ذلك فنقول ان القواعد التي ذكرناها فيما يتعلق بالسطوح المستوية يمكن تطبيقها على مايتعلق بالسطوح المنحنية ولكن عمليات الرسم تختلف في النوعين بل وفي كل صنف من أصناف السطوح المنحنية اذ لايجب أن لكل سطح منحن خواص هندسية ذاتية بحيث يطول بنا الكلام لو أردنا استيفاء القول فيها ولهذا رأينا أن لاندكر شيأ من تلك الخواص اذ محل ذكرها الهندسة الوصفية ونكتفي الآن بذكر ما لا بد منه من القواعد العمومية فنقول . اذا أريد رسم بسيطة على سطح منحن يلزم وضع المرقم موازيا لمحور العالم ثم تعيين الفصول المشتركة بين السطح المفروض وبين السطوح السويعية المارة بالمرقم ولأجل ذلك ترسم بسيطة استوائية عمودية على المرقم ثم يبحث عن خط زوالها الذي تبدئ منه تقسيمات الساعات ويكون ذلك بالبحث عن الفصل المشترك بين سطحها و سطح نصف النهار ثم ترسم باقي خطوط ساعاتها وترسم بعد ذلك خطوط ساعات البسيطة المطلوبة بنفس الطرق التي سبق ذكرها عند الكلام على البسائط المتنوعة أي يصير امتداد خطوط ساعات البسيطة الاستوائية الى أن تلاقى السطح المنحني المفروض فتكون تلك النقاط من نقط خطوط البسيطة المطلوبة وبذا يسهل رسمها أيا كان السطح المنحني المفروض

هذا ولايجب أن قواعد الرسم التي ذكرناها فيما يتعلق بالسطوح المستوية يمكن العمل بها على نفس تلك السطوح مباشرة بدون احتياج الى رسمها ابتداء على الورق وهنا لايمكن ذلك لانه عند ما يراد رسم بسيطة على سطح منحن يحتاج الامر الى استعمال سطوح مسقطية لأجل تعيين مساقط المرقم وسائر الخطوط والسطوح فان كان السطح المنحني قابلا للانتشار تنشر تلك المساقط على ورقة بالمطر الهندسية الوصفية وبالصاقها بالسطح المنحني تعلم البسيطة المطلوبة وان لم يكن السطح المذكور قابلا للانتشار فلا يمكن نشر المساقط بالطرق المذكورة فيلزم في هذه الحالة تعيين نقطتين على كل خط من خطوط الساعات بواسطة المعينات (س) والمرتببات (ع) ثم تتم الرسوم المذكورة

يكون عموديا على مائحت المرقم وعلى مقتضى أصول الهندسة الوصفية يكفى لايحاج
هذا الاثر أن نرسم على مائحت المرقم (هـ) العمود (ب م) من نقطة (هـ)
فيكون هو معدل النهار المطلوب

وأما سائر الرسوم فينبع في اجرائها ما بين في مادة (٦٥) أى يلزم أولا تدوير المرقم
حول مائحته ولاجل ذلك يؤخذ على مائحت المرقم عمود (ب ب) يساوى البعد
(ب ب) ثم يوصل (م ب) و (ب ب) فيكون الخط الاول هو المرقم والثاني هو
خط الاستواء وهما متعامدان ومن تعامدهما أوعدمه تعلم صحة الرسم أوعدمها ثم من
نقطة (ب) مركز يصير نقل (ب) الى (ب) فبذلك نكون قد دورنا سطح الاستواء
حول معدل النهار وطبقناه على سطح البسيطة وطبقنا مركز البسيطة الاستوائية على
نقطة (ب) فاذا رسمت دائرة ما من المركز (ب) تكون هى محيط البسيطة
الاستوائية

وبعد ذلك اذا وصلت النقطة (هـ) بالمركز (ب) فالخط الواصل (هـ ب) يقطع
محيط البسيطة فى نقطة الزوال ١٢ التى يلزم بدء التقسيمات منها كما ذكرنا فبعد وضع
أرقام الساعات بالنسبة لحركة الشمس يوصل من المركز (ب) الى جميع نقط التقاسيم
وتعد الخطوط الحادثة الى أن تلاقى معدل النهار ثم توصل نقط التلاقى بمركز البسيطة
(م) فتكون هى خطوط ساعات بسيطتنا المطلوبة

(فى بيان خط الطلوع والغروب)

(٧٤) القواعد التى ذكرناها الى الآن كافية فى رسم البسائط على السطوح
المستوية مهما كان وضع تلك السطوح الا أنها قد تقتضى رسم خطوط الساعات
على أطوال زائدة بدون فائدة فلنع ذلك يلزمنا البحث عن اتجاه الخيال الضوئى وقت
الطلوع والغروب بان يقال حيث ان الشمس فى وقت الطلوع والغروب تكون فى
الافق فاذا رسمنا من مركز ثقب اللوحة سطحا موازيا لسطح الافق يقطع سطح البسيطة
فى مستقيم أفقى لا يتجاوزه الخيال الضوئى وحينئذ يمكن عدم امتداد خطوط الساعات
من فوق الخط المذكور

(فى القواعد العمومية لرسم البسيطة على أى سطح كان)

(٧٥) من المعلوم أن السطوح على نوعين مستوية ومنحنية والقواعد التى تقدمت
الى الآن انما تبحث عن رسم البسائط على السطوح المستوية وقد غرس الحاجة

الزاوية قاعدته (ب ح) وارتفاعه بعد مركز الثقب عن سطح البسيطة ووتره خط واقع بين مركز الثقب ونصف النهار وموجود في سطح المرقم فلاجل تعيين طوله نقيم العمود (ب ب') مساويا لارتفاع المثلث المذكور ونصل (ب ح') بمستقيم يكون هو الوتر المطلوب وتكون نقطة (ب') موضع مركز الثقب على سطح البسيطة بعد تدويره حول خط (ب ح). وإذا أريد إيجاد موضعه بعد تدوير سطح المرقم حول الخط (م ح) نرسم من نقطة (ح) قوسا بوتر مساو للبعد (ح ب) فتكون نقطة (ب') هي هذا الموضع

وقد ذكرنا في المادة (٧١) أنه لرسم نصف نهار البسيطة يلزم تنزيل خط رأسي من مركز ثقب اللوحة ولتكن (ل) نقطة تلاقيه بسطح البسيطة فالمعرفة موضع الخط المذكور نلاحظ أنه في أثناء تدوير سطح نصف النهار حول (م ح) لا تتحرك النقطة (ل) وحيث انه مفروض أن الخط الرأسى مارّ بمركز الثقب فبعد انطباق سطح نصف النهار على سطح البسيطة ينطبق الخط المذكور على البسيطة أيضا وعبر حينئذ من كل من النقطتين (ل) و (ب') فبرسم خط (ب' ل) يتعين موضع الخط الرأسى المطلوب

وإذا أردنا رسم المرقم نلاحظ أنه يصنع مع الخط الرأسى زاوية مساوية لتمام عرض المحل فإذا رسمنا (ح ب') بحيث تكون زاوية (ح ب' ل) تساوى تمام العرض يكون خط (ح م) موضع المرقم على سطح البسيطة وتكون نقطة (م) مركزها ويكون خط (م ب) مسقط المرقم أى مائحته وإذا أريد بعد هذا رسم معدل النهار يبحث أولا عن خط الاستواء وهو خط عمودى على موضع المرقم (م ب') على سطح البسيطة فإذا رسمنا من نقطة المرقم (ب') العمود (ب' ه) على (م ب') نكون قد عينا أثر خط الاستواء على سطح نصف النهار وحيث ان نقطة (ه) التى هى نقطة تقاطع العمود المذكور بخط (م ل) هى إحدى نقط الاثر المذكور ولم تتحرك عند تدوير سطح نصف النهار حول خط (م ل) تكون اذن نقطة من نقط أثر خط الاستواء على سطح البسيطة أى تكون نقطة من نقط معدل النهار المطلوب ولهذا لم نبتدئ تقسيمات البسيطة الاستوائية مما تحت المرقم بل من نقطتي تقاطع الخط الواصل بين هذه النقطة (ه) وبين مركز البسيطة الاستوائية بمحيط البسيطة المذكورة وحيث ان خط الاستواء فرضا عمودى على المرقم فأثره على سطح البسيطة

وإذا لم يقع الخيال الضوئي وقت الزوال على سطح البسيطة بل على سطح أفقي أو عمودي يرسم من موقعه نصف نهار أفقي أو عمودي فتكون نقطة تلاقيه بأثر سطح البسيطة هي إحدى نقط نصف النهار المطلوب فعلى ذلك إذا فرضنا أن الضوء المذكور لم يقع على نقطة (د) بل على نقطة (د') الموجودة في سطح عمودي نرسم نصف النهار العمودي (د' هـ) الذي يقطع الأثر العمودي للسطح (ل ح) في نقطة (هـ) ونصل هـ-هذه النقطة بالنقطة (ح) أو بالنقطة (ن) على حسب كون الخط الرأسى (ب ح) واقعاً في نقطة (ح) أو في نقطة (ح') فما كان فهو خط نصف النهار المطلوب

(في إمكان فرض سطح البسيطة المذكورة أفقاً)

(٧٢) ينشأ فيما تقدم أن سطح البسيطة مواز لافق نقطة من نقط الكرة الأرضية وعليه يكون نصف نهار تلك النقطة عمودياً على السطح المذكور فإذا فرضنا مرقماً ما مركز اللوحة المثقوبة يكون مسقطه أى ماتحت المرقم خط زوال أفق النقطة المار ذكرها أعني نصف نهارها وتكون الزاوية الحادثة بين المرقم وما تحته هي عرض تلك النقطة فإذا رسمنا ماتحت المرقم وعيننا العرض المذكور بالطرق التي ذكرناها فيما سبق ثم أنشأنا ببسيطة لتلك النقطة نكون قد رسمنا ببسطة المطلوبة غير أنه يلاحظ في بيان الساعات للمحل الذي نحن فيه أن يكون إجراء تقسيمات البسيطة الاستوائية بالابتداء من نصف النهار لهما تحت المرقم كما ذكر آنفاً

(في كيفية الرسم)

(٧٣) قد فهم مما أوضحناه أنه يلزم بعد وضع اللوحة المثقوبة ورسم نصف النهار أن يعين ماتحت المرقم وكيفية تعيينه أنه يبحث ابتداء عن موقع العمود النازل من ثقب اللوحة على سطح البسيطة وعن مركز البسيطة أما الموقع المذكور فهو نفس مركز الدائرة المرتكز على محيطها الثلاث أرجل اللوحة المثقوبة لأن المركز المذكور هو عبارة عن مسقط مركز الثقب على سطح البسيطة وأما مركز البسيطة فلا يجاده يلزم تدوير سطح المرقم حول خط نصف النهار فليكن (م ح) نصف نهار البسيطة (شكل ٣٤) و (ب) مسقط مركز ثقب اللوحة ولترسم من هـ هذه النقطة العمود (ب ح) على نصف النهار المذكور ولنفرض سطحاً ما ما بين هذا العمود والعمود السابق ذكره أى النازل من مركز الثقب على سطح البسيطة فيستكون فيه مثلث قائم

الزاوية

بينها يستعمل القانون الثالث واذا أريد تعيين نقطة على كل خط من خطوط الساعات خلاف مركز البسيطة يستعمل القانون الثاني واذا أريد شئ آخر سوى ذلك يجري فيه العمل كما تقدم مثاله

الفصل الثالث

(في بيان رسم البسائط على أسطح مستوية مائلة على الافق)

(٧٠) لرسم البسيطة المائلة على الافق يرجح استعمال اللوحة المثقوبة على ماسواها فلهذا السبب يلزم أولا مراعاة الامور التي ذكرت في المادة (٦٣) لوضع اللوحة المذكورة ثابتة بحيث تكون موازية لسطح البسيطة وثانيا أن الخيال الضوئ يقع على البسيطة في مدة امكان استضاءتها بأشعة الشمس وثالثا أن الفصل المشترك بين سطح البسيطة والشعاع المار بثقب اللوحة لا يقع خارجا عن البسيطة ورابعا رسم خطوط الساعات في المحلات التي يمر بها الخيال الضوئ في الاوقات المختلفة فبعد وضع اللوحة المثقوبة ثابتة تجاه البسيطة بالكيفيات المار ذكرها يرسم نصف نهارها بالطريقة الآتية ثم يجري باقي العمل كما تقدم عند الكلام على البسيطة المنحرفة (في رسم نصف نهار البسيطة بواسطة موقع الخط الرأسى ونقطة الزوال)

(٧١) بعد وضع اللوحة المثقوبة على مقتضى ما ذكر آنفا اذا أريد تعيين الفصل المشترك بين سطح البسيطة وسطح نصف النهار أعنى خط نصف نهار البسيطة يضرر خط رأسى مثل (ب ح) (شكل ٣٣) نازل من مركز ثقب اللوحة وليكن (ح) موقعه على سطح البسيطة (ل ح) ثم يقال حيث ان الخط الرأسى المذكور موجود كله في سطح نصف النهار فالنقطة (ح) تكون بالضرورة موجودة على خط نصف النهار المطلوب فاذا رصد وقت الزوال بمقتضى ساعة منتظمة الحركة وعينت فيه نقطة الخيال الضوئ (د) الواقع على سطح البسيطة تكون هذه النقطة نقطة ثانية على خط نصف النهار فبوصلهما يكون خط (د ح) هو نصف النهار المطلوب هذا اذا سقط الخط الرأسى (ب ح) على سطح البسيطة وأما اذا وقع خارجا عنه كما اذا وقع في نقطة (ح) على الافق فنرسم نصف النهار الافقى (ح ن) فيقطع الاثر الافقى لسطح البسيطة (ل ح) في النقطة (ن) التي هي بالضرورة نقطة من نقط نصف النهار فبوصلها بنقطة (د) يكون خط (د ن) هو نصف النهار المطلوب

ولاستخراج قيمة الزاوية (هـ) يقال في المثلث (ص م ن) القائم الزاوية

$$\frac{\sin \text{ص}}{\sin \text{م}} = \text{مماس (هـ)}$$

ومنها

$$\text{صه ن} = \text{م ن مماس (هـ)}$$

وبتعويض (صه ن) بهذا المقدار في المعادلة (٢) يحدث

$$\text{م ن مماس (هـ)} = \text{م ن} \times \frac{\text{تمام جيب (العرض) تمام جيب (د) مماس (هـ)}}{\text{تمام جيب (ع + د)}}$$

ومنها

$$\text{مماس (هـ)} = \frac{\text{تمام جيب (العرض) تمام جيب (د) مماس (هـ)}}{\text{تمام جيب (ع + د)}} \dots\dots\dots (٣)$$

واذا تأملنا في القوانين الثلاثة التي استخرجناها نجدها كلها تحتوي على الكميات (هـ) والعرض و (ع) و (د) فنلزم إذن تبين كيفية استعمال كل واحدة منها بان يقال ان الزاوية (هـ) تزيد خمس عشرة درجة لكل ساعة باعتبارها من ابتداء خط زوال البسيطة الاستوائية فلذلك يلزم جعلها خمس عشرة درجة لرسم أول خط من خطوط ساعات البسيطة العمودية وثلاثين درجة لرسم ثاني خط وخمسا وأربعين لرسم ثالث خط وهلم جرا وأما الزاوية (ع) فهي الزاوية الحادثة بين سطح البسيطة العمودية وبين السطح الرأسى الأول وقد سبق كيفية تعيينها فلا حاجة للتكرار هنا ولكننا نلاحظ أن البسيطة اذا كانت متجهة الى جهة الشرق كما هو مفروض في الشكل يمكن استعمال الكمية تمام جيب (ع + د) التي هي مقام القانونين (٢) و (٣) كما هي بخلاف ما اذا كانت البسيطة متجهة الى جهة الغرب فانه يلزم تبديل علامة الزاوية (ع) من الزائد الى الناقص فيؤول حينئذ المقام المذكور الى (٣٦٠ - ع) وأما (د) فهي زاوية ساعات البسيطة الافقية فيلزم حسابها بالنسبة لكل خط من خطوط الساعات بحسب الازمنة المختلفة فاذا أريد استعمال القوانين السالف ذكرها لرسم بسيطة عمودية في الاستانة العلوية يمكن استخراج مقادير الكمية (د) من الجدول الذى ذكرناه في المادة (٤٩) وهذا مما يسهل الحسابات الاخرى هذا ومما تقدم يعلم أنه اذا أريد رسم خطوط ساعات البسيطة بواسطة الزوايا الحادثة

بينها

ثم وضع مقادير (د) في القوانين الآتية على حسب الازمان المختلفة
فلايجاد القوانين المطلوبة نقول في المثال (ص ه د) لنا

$$(1) \quad \frac{\text{ص ه د}}{\text{د}} = \frac{\text{جيب (ص ه د)}}{\text{جيب (د ه د)}}$$

ولكن

$$\text{ص ه د} = \text{د ه د} + \text{د د ه}$$

$$90 + د =$$

وكذلك

$$\text{د ه د} = 180 - (\text{ص ه د} + \text{د ه د})$$

$$[90 + د + د] - 180 =$$

$$[90 + د] - 180 - \text{د ه د} =$$

$$[90 + د] - 90 =$$

فتبديل (ص ه د) و (د ه د) بهاتين القيمتين في المعادلة (1) يكون لنا

$$\frac{\text{ص ه د}}{\text{د}} = \frac{\text{جيب (90 + د)}}{\text{جيب [90 + د] - 90}}$$

$$\frac{\text{تمام جيب (د)}}{\text{تمام جيب (90 + د)}} =$$

ومنها

$$\text{ص ه د} = \text{د ه د} \times \frac{\text{تمام جيب (د)}}{\text{تمام جيب (90 + د)}}$$

ولكن قد رأينا في المادة (٥٤) أن

$$\text{د ه د} = \text{م ه د} \times \text{تمام جيب (العرض) مماس ه}$$

فيوضع هذه القيمة بدلا من د ه د في المعادلة الاخيرة يحدث

$$\text{ص ه د} = \text{م ه د} \times \frac{\text{تمام جيب (العرض) تمام جيب (د) مماس ه}}{\text{تمام جيب (90 + د)}} \dots (2)$$

وهو طول البعد المطلوب

وضعها بجذاء هذا الخط فالشعاع المار من ثقبها لا يقع من فوق الافق المذكور بل يقع كل أيام السنة وقت الطلوع والغروب على نفس الافق فلهذا السبب تكون خطوط ساعات البسيطة المرسومة فوق الخط (ع) لافائدة لها في العمل ويمكن الاكتفاء بالخطوط المرسومة تحته على أطوال بقدر اللازم

(في رسم البسيطة العمودية المخرفة بطريق الحساب)

(٦٩) كما يمكن بطريق الحساب رسم أنواع البسيطة السابق ذكرها كذلك يمكن به رسم نوع آخر منها وهو البسيطة المخرفة وذلك بان نفرض (ص ص) سطح البسيطة المطلوبة (شكل ٣٢) ونرسم فيه خطا رأسيا (م ن) فهذا الخط يمكن اعتباره نصف نهار للسطح المذكور ولجميع السطوح الرأسية المارة من ذلك الخط ثم لنفرض مرور السطح الرأسى الاول من هذا الخط فاذا رسمنا سطحنا موازيا للافق وفرضنا ان المرقم (م) يقطع هذا السطح في نقطة (ح) ووصلنا (ح ن) ثم رسمنا من (ن) خط (ل د) عمودا على (م ن) يكون (ح ن) هو نصف النهار الافقى و (ل د) معدل نهار السطح الرأسى الاول و (ص ص) الفصل المشترك بين الافق و سطح البسيطة المفروضة والزاوية (ع) أعنى (ص ن د) انحراف سطح البسيطة على السطح الرأسى الاول

واذا فرضنا بعد ذلك بسيطة استوائية عمودية على المرقم في (ن ب) ورسمنا خط ساعة معلومة من خطوط ساعاتها وليكن (ب د) يكون خط الساعة المذكورة على السطح الرأسى الاول هو (م د) وخطها على الافق هو (ح د) واذا مست هذا الخط يقطع (ص ن) في نقطة (ص) ويوصل هذه النقطة بنقطة (م) يكون خط (ص م) هو خط تلك الساعة المفروضة على بسيطتنا العمودية

وعلى ذلك ففى فرضنا على سطح البسيطة خطا ما رأسيا مثل (م ن) وخطا موازيا للافق (ص ص) يمكن بواسطة القوانين الآتية حساب البعد (ن ص) المقابل لساعة معلومة أو حساب الزاوية (هـ) أعنى (ص م ن) المقابلة لتلك الساعة ولكن يلزم ابتداء تعيين الزوايا (ن د) لساعات البسيطة الافقية بواسطة القانون الذى حدث لنا فى المادة (٤٩) وهو

مماس (ن) = مماس (هـ) جيب (العرض) (١)

مع بعض ٩٠ درجة وعلى ذلك اذا وصل من تلك النقطة الى المركز (م) يتحصل على المطلوب

(في معرفة طول وعرض النقطة التي تعتبر فيها المنحرفة بسيطة افقية)

(٦٦) قد قلنا فيما سبق ان البسيطة العمودية هي بسيطة افقية لنقطة اخرى على سطح الكرة الارضية فاذا اريد معرفة عرض وطول تلك النقطة يمكن استخراجهما بسهولة من البسيطة العمودية . وذلك بان نفرض (م ن) مائحت المرقم (شكل ٣١) فيكون هو نصف نهار ذلك المحل أعنى خط زواله وتكون الزاوية (ب م ن) الواقعة ما بين هذا الخط والرقم (م ب) عبارة عن تمام عرض المحل المذكور وبالضرورة يعلم منه العرض ولمعرفة الطول يقال حيث ان الشمس عند ما تكون على نصف نهار تلك الجهة تكون الساعة صفرا أعنى ١٢ يكون الطول المطلوب مساويا للبعد الوقتي لنقطة تلاقى محيط البسيطة الاستوائية بالخط (م ن) عن نقطة الساعة ١٢ من البسيطة العمودية

(في تعيين انحراف السطح)

(٦٧) اتنا وان لم نذكر انحراف السطح عند ما تكلمنا على رسم البسيطة في مائت (٦٤) و (٦٥) فلا صعوبة في استخراجها من نفس البسيطة المرسومة وذلك بان يقال حيث ان الخط (ب ح) (شكل ٣٠) موجود في سطح نصف النهار ومواز للافق والخط (ب ح) موجود على سطح البسيطة ومواز للافق أيضا فهذان الخطان عموديان على خط (م ه) الذي هو الفصل المشترك بين السطحين المذكورين أى سطح نصف النهار و سطح البسيطة وحيث انهما خارجان من نقطة واحدة (ح) على الفصل المذكور تكون الزاوية المحصورة بينهما عبارة عن زاوية سطح نصف النهار و سطح البسيطة ولكون انحراف السطح المطلوب هو تمام هذه الزاوية فلعرفته يكفي أن نسمي الزاوية (ب ح ب) ونطرحها من ٩٠ درجة فالباقي يكون قيمة الانحراف المراد معرفته

(في بيان خط الطلوع والغروب)

(٦٨) اذا رسمنا من مركز اللوحة المثقوبة (ب) (شكل ٣١) خط (ح ع) موازيا للافق يمكن اعتبار هذا الخط نفس افق المحل بحيث تعتبر الشمس في وقت الطلوع أو الغروب كلما وجد مركزها بمحاذ هذا الخط وحيث ان اللوحة المثقوبة مفروض

(والسادس) تعيين موضع البسيطة الاستوائية بعد التدوير المتقدم ذكره ولاجل ذلك يلاحظ أنه في أثناء هذا التدوير لا تتحرك النقطة (ن) التي هي نقطة تقاطع معدل النهار بما تحت المرقم فإذا فرضنا خطا واصلا بين هذه النقطة ومركز البسيطة في الفراغ ينطبق هذا الخط بعد التدوير على (ب) وتكون نقطة (ب) مركز البسيطة الاستوائية وهذا وحيث ان الخط المذكور يمر بنقطة تقابل سطح الاستواء بمرقم البسيطة المفروضة وهو موجود على سطح الاستواء فيلزم أن يكون خط (ب) عموديا على المرقم (م) ويكون ذلك امتحانا للرسم

(في كيفية الرسم)

(٦٥) اذا رسمنا بمقتضى الامور الستة السابقة نصف النهار (م هـ) (شكل ٣١) ومعدل النهار (ن هـ) وما تحت المرقم (م ن) ومركز البسيطة الاستوائية (ب) ثم أردنا تعيين خطوط ساعات البسيطة يلزمنا ابتداء تحديد محيط دائرة البسيطة الاستوائية وطريق ذلك أن نجعل نقطة (ن) مركزا وننقل نقطة (ب) الى نقطة (ب) فتكون هذه النقطة عبارة عن الموضع الذي يأخذه مركز البسيطة الاستوائية على السطح العمودي المفروض عند تدويره حول معدل النهار

واذا جعلنا بعد ذلك نقطة (ب) مركزا ورسمنا دائرة بنصف قطرها ثم وصلنا نقطتي (ب) و (هـ) بخط مستقيم فهذا المستقيم يقطع المحيط في نقطة يمكن اعتبارها نقطة الزوال وبتقسيم المحيط المذكور الى ٢٤ قسما متساوية بالابتداء من تلك النقطة تتعين اتجاهات خطوط ساعات البسيطة الاستوائية فيرسمها وامتدادها الى تلاقى معدل النهار ثم يوصل نقط التلاقى بمركز البسيطة (م) نكون قد رسمنا خطوط ساعاتها ويتم حينئذ انشاء البسيطة المنحرفة المطلوبة

هذا واصعب رسم خطوط الساعات القريبة من أطراف البسيطة بواسطة خطوط ساعات البسيطة الاستوائية المتناظرة مع تلك الخطوط حيث ان الاولى تلاقى معدل النهار على ابعاد بعيدة جدا تستعمل طريقة من الطرق التي ذكرناها في المادة (٤٥) وما يعقبها من المواد فيرسم مثلا خط (ص ص) موازيا لخط الساعة الثامنة فيقطع خط الساعة (٢) في نقطة (ص) وتكون النقط التي على جانبي هذه النقطة بابعاد متساوية نقطا من خطوط ساعات الاسطح السويعية الصانع بعضها

معدل النهار بغاية السهولة اذ من المعلوم أن سطح الاستواء عمودى على المرقم فأنزه الرأسى يكون عموديا أيضا على مسقط المرقم (م ن) أعنى على ماتحت المرقم وعلى هذا اذا رسم من هذه النقطة العمود (ه ن) على ماتحت المرقم المذكور (م ن) يكون هذا العمود معدل النهار المطلوب

(والخامس) معرفة الزاوية المحصورة بين المرقم وماتحت المرقم ويتم ذلك بتدوير السطح المسقطى للمرقم حول ماتحت المرقم حتى ينطبق على سطح البسيطة لان السطح المسقطى الرأسى للمرقم عبارة عن السطح المار بماتحت المرقم (م ن) وبالمركز الذى فى الفراغ فاذا دور هذا السطح حول الخط (م ن) حتى ينطبق على السطح العمودى المفروض ينطبق المرقم الذى كان فى الفراغ على السطح المذكور أيضا ولا شبهة فى كونه يمر حينئذ بالنقطة (م) ولكن ذلك لا يكتفى لرسم المرقم المذكور فيلزم أن نعين نقطة ثانية منه خلاف النقطة (م) ولذلك نقول حيث ان مركز ثقب اللوحة واقع على المرقم فبعد التدوير المتقدم ذكره ينطبق ذلك المركز على السطح العمودى فاذا لاحظنا أن الخط الواصل هذا المركز الى مسقطه (ب) هو عمودى على ماتحت المرقم (م ن) فبعد التدوير يكون وضع هذا الخط عموديا على ماتحت المرقم بحيث لو رسمنا من نقطة (ب) خط (ب ب') عموديا على (م ن) وأخذنا (ب ب') مساويا لبعد مركز الثقب الى مسقطه بالطريقة التى سبق التسكيم عليها تكون نقطة (ب') هى موضع مركز الثقب على سطح البسيطة بعد التدوير وحيث ان هذه النقطة واقعة على المرقم فاذا وصلنا نقطتى (م) و (ب') بالمستقيم (م ب') يكون هذا الخط موضع المرقم على السطح المفروض ويمكن اذن معرفة الزاوية (ب' م ب) المطلوبة

هذا وقد سبق ان الزاوية المحصورة بين المرقم (ب' م) وماتحت المرقم (م ن) هى عبارة عن عرض بلد معينة على سطح الكرة الارضية فبناء على ذلك كل بسيطة عمودية ترسم هنا تكون بسيطة افقية لتلك البلد وكذلك ماتحت مرقم الاولى يكون نصف نهار الثانية واللوحة المثقوبة تكون فى موضع اللوحة المذكورة التى يفرض وضعها تجاه تلك البسيطة الافقية ومعدل النهار يكون واحدا فى البسيطتين ونتيجة ذلك ان سائر الاجراءات اللازمة لانشاء البسيطة العمودية لا تخرج عن كونها نفس الاجراءات التى ذكرت فيما يتعلق بالبسيطة الافقية ولا يخفى ما فى ذلك من التسهيلات

تم تعيينها في الشكل ٣٠ العمود (ب ح) على نصف النهار ويفرض مرور سطح مواز للافق من ذلك العمود فيمر هذا السطح ضرورة من مركز اللوحة المنقوبة فاذا رسم مستقيم على هذا السطح بحيث يمر بالمركز المذكور والنقطة (ح) يكون هذا المستقيم وتراثلث قائم الزاوية قاعدته (ب ح) وارتفاعه البعد بين مركز اللوحة وبين مسقطه الذي تقدم الكلام عليه ولمعرفة الطول الحقيقي للوتر المذكور يلزم تدوير المثلث حول ضلعه (ب ح) حتى ينطبق على السطح العمودي فلجل ذلك نقيم العمود (ب ب') على (ب ح) ونأخذ مساويا للبعد المركزي ثم نصل (ب' ح) فيكون هذا الخط هو الموتر المطلوب وحيث ان نقطة (ب') على بعد من نقطة (ب) مساو لبعد مركز اللوحة من نقطة (ب) المذكورة تكون نقطة (ب') من ضمن نقط مرقم البسيطة وحيث ان سطح المرقم أعنى سطح نصف النهار عبارة عن السطح المار بخط نصف النهار (م هـ) وبوتر المثلث المتقدم ذكره حينما يكون في وضعه الاصلى فاذا حصل تدوير السطح المذكور حول (م هـ) حتى ينطبق على سطح بسيطتنا يقع مركز اللوحة على خط (ح ل) على بعد من نقطة (ح) مساو للبعد (ح ب') وتكون نقطة (ب') هي موقع المركز المذكور وحيث ان المرقم يصنع مع الافق زاوية مساوية لعرض البلد أو يصنع مع نصف النهار زاوية مساوية لتمام العرض فاذا رسمنا من نقطة (ب') خط (ب' م) بحيث يصنع مع (ب' ح) زاوية مساوية لعرض البلد يكون هذا الخط موضع المرقم على سطح البسيطة وتكون نقطة (م) مركز البسيطة وأما ما تحت المرقم أعنى مسقطه الرأسى فحيث انه يمر بنقطة (م) وبنقطة (ب) كما تقدم فيكون (م ن) هو ما تحت المرقم المذكور

(والرابع) رسم معدل النهار ولاجل ذلك يلاحظ أنه اذا أخذت نقطة على المرقم وفرض انها مركز بسيطة استوائية ورسم منها سطح عمودى على المرقم المذكور فالأثر الرأسى لهذا السطح يكون معدل النهار المطلوب ولتكن النقطة المذكورة مركز اللوحة المنقوبة فيقال حيث ان موضع هذا المركز على سطح البسيطة هو (ب') فاذا رسم من هذه النقطة العمود (ب' هـ) على المرقم (ب' م) يكون هذا العمود موضع الأثر الرأسى لسطح الاستواء بعد تطبيقه على البسيطة فاذا حصل استرجاع هذا الخط وكذلك المرقم الى موضعهما الاصلين يقال حيث ان النقطة (هـ) التي هي تلاقى سطح الاستواء بخط نصف النهار (م هـ) لاتحرك في أثناء هذا التدوير يمكن بواسطتها رسم

مساويا لجزء واحد من مائة وخمسين جزءاً من بعده عن البسيطة كما بينا ذلك في المادة (٢٤) وما يليها من المواد

(وخامساً) يلزم أن يكون قطر محيط اللوحة بقدر ثلث بعدها عن البسيطة
(في كيفية الرسم الهللي للمعرفة)

(٦٤) قد ظهر من المادتين (٦١) و (٦٢) رجحان استعمال اللوحة المثقوبة على استعمال المرقم متى روعيت الأمور الخمسة المتقدم ذكرها وحيث أن مسألة تعيين انحراف السطح من المسائل الدقيقة أيضاً لم نربطها من إيضاحها الايضاح الكافي فيمكن الآن بجميع ما تقدم رسم أي بسيطة منحرفة ذات لوحة مثقوبة ولكن حيث أن مركز اللوحة المذكورة لم يخرج عن كونه نقطة من نقط مرقم البسيطة المراد انشاؤها فبراءة الاجراءات الآتية ذكرها يسهل العمل المطلوب

(الاول) تعيين مسقط مركز اللوحة المثقوبة على سطح البسيطة وكذلك بعد المسقط من المركز المذكور ويمكن اجراء ذلك بطريقة سهلة وهي أن يلاحظ أنه إذا أخذت نقطة ما (ب) (شكل ٣٠) على السطح المراد انشاء البسيطة عليه وجعلت مركزاً ورسم منها دائرة بنصف قطر حيثما اتفق ثم أخذت على محيطها ثلاث نقاط مثل (ج) و (د) و (هـ) لتكون مسنداً لارجل اللوحة الثلاث المتساوية في الطول ثم فرض رسم خط مستقيم ما بين مركز اللوحة واحدى نقط محيط الدائرة المذكورة وأدير هذا المستقيم حول مركز اللوحة بشرط تحريك طرفه الآخر على المحيط يحدث مخروط قائم يكون محوره عمودياً على سطح البسيطة في نقطة (ب) وتكون هذه النقطة مسقطاً لمركز اللوحة واحدى النقط التي يمر منها ماتحت المرقم فبوصل مركز الدائرة (ب) بمركز اللوحة يحدث المحور المذكور وبقياسه يعلم بعد مركز اللوحة عن مسقطه

(والثاني) رسم نصف النهار على حسب وضع اللوحة المثقوبة والاجراء ذلك تعيين نقطة ما من نقط نصف النهار حيث أنه خط رأسي على سطح البسيطة ويكفي في هذا ان تؤخذ ساعة مضبوطة وبواسطتها يعين مسقط الضوء على سطح البسيطة وقت الزوال وتكون (د) المسقط المذكور فبرسم خط (م هـ) رأسياً (شكل ٣٠) يكون هو نصف النهار المطلوب

(والثالث) رسم موضع المرقم على البسيطة بعد تدويره وتعيين مركز البسيطة وما تحت مرقمها بالنسبة لموضع اللوحة المثقوبة والاجراء ذلك يرسم من نقطة (ب) التي قد

على نصف النهار المرسوم على البسيطة ثم يرسم الضلع (م ل) الذى هو ما تحت المرقم ثم تؤخذ مساحة الزاوية (ل م ب) ويوضع هذا المثلث عموديا على سطح البسيطة بحيث ينطبق أحد ضلعي الزاوية المساوية للزاوية (ل م ب) على ما تحت المرقم ويمر الضلع الآخر من نقطة (م) فبذلك نكون قد وضعنا للبسيطة مرقما مثلثيا

(فى بيان أربحية اللوحة المنقوبة على المرقم المثلثى)

(٦٢) ان وضع المرقم المثلثى بالكيفية المار ذكرها صعب جدا فى العمل فلهذا السبب يستحسن استعمال لوحة منقوبة موضوعة فى مواجهة البسيطة وثابتة عليها بواسطة رجلين أو ثلاثة أرجل ولاجل ذلك يلزم مراعاة الامور الخمسة الآتى ذكرها

(فى الامور الخمسة التى تلزم رعايتها عند وضع اللوحة المنقوبة)

(٦٣) أولا يجب أن يكون الخيال الضوئى الواقع على سطح البسيطة الحادث من مرور أشعة الشمس من ثقب اللوحة مشابها لهيئة الثقب المذكور ويكفى فى ذلك وضع اللوحة موازية لسطح البسيطة وفى أثناء مدة وقوع أشعة الشمس على البسيطة يلزم أن تمر تلك الاشعة من ذلك الثقب وأن تحدث على سطح البسيطة خيالا مضيا جدا وذلك يتعلق بالبعد الموجود بين اللوحة والبسيطة نعم ان أشعة الشمس عند طلوعها وغروبها تقع ما بين اللوحة والبسيطة فلا تمر من الثقب وبالضرورة لا تحدث خيالا على البسيطة ولكن تلك المدة وجيزة جدا بحيث لا يترتب على عدم حدوث الخيال فيها كبير ضرر

(وثانيا) يجب أن يكون الخيال الضوئى الواقع على سطح البسيطة وقت الزوال منقسما بخط نصف النهار الى قسمين متساويين أحدهما على غربى نصف النهار المذكور والآخر على شرقيه

(وثالثا) يلزم أن لا يقع الخيال الضوئى خارج البسيطة وذلك منوط بأطوال خطوط الساعات فينبغى جعل سطح البسيطة واسعا أو وضع اللوحة على قرب منه بنسبة معلومة وهى ربع عرض البسيطة

(ورابعا) اذا أريد أن يكون الخيال الضوئى على هيئة شبه ظل يلزم جعل قطر الثقب

مساويا

ليكن (ل ح) (شكل ٢٩) الحائط المراد رسم البسيطة عليه فلاجل تعيين ميله نأخذ نقطة ما (ب) ونرسم منها الخط الرأسى (ب ن) وهو نصف نهار البسيطة ثم نرسم الخط (هـ ح) موازيا للافق ثم نأخذ لوحة ذات سطح مستو ونطبق أحد أضلاعها على هذا الخط (هـ ح) ونجعلها انفية بالضبط فاما أن نضع هذه اللوحة كشاخص عمودى ونرصد ثلاثة من ظلاله غير المتساوية واما ان نرسم عليها نصف النهار الافقى فتكون زاوية الانحراف المطلوبة هي عبارة عن تمام الزاوية التى بين نصف النهار المذكور والخط (هـ ح) فليكن (م د) هو نصف النهار فينتد يكون (انحراف السطح = ٩٠ - م د هـ) وأما مساحة الزاوية (م د هـ) فتعلم بواسطة المنقلة بدون أن يحدث خطأ يخل بالمطلوب

وإذا علم انحراف البوصلة يمكن معرفة انحراف الحائط أيضا وكذلك يمكن ذلك لو استعملت آلات اخرى

(فى كيفية وضع المرقم المثلثى)

(٦١) اذا أريد استعمال لوحة على صورة مثلث لجعلها مرقما للبسيطة التى نحن بصدددها يلزم وضع اللوحة على سطح البسيطة بحيث ينطبق أحد أضلاع المثلث على نصف نهار البسيطة وحينئذ يكون الضلع الاعلى عبارة عن المرقم وتكون الزاوية المحصورة بين هذين الضلعين مساوية لتمام عرض البلد وحيث ان سطح نصف نهار المحل مفروض أنه مائل على سطح البسيطة فيلزم أن يكون سطح المثلث المذكور مائلا أيضا على سطح البسيطة وليكن سطح نصف النهار المذكور ليس بجسم مرئى حتى يعلم مقدار ميله على البسيطة فيعسر اذن وضع اللوحة بالكيفية المذكورة حيث ان وضع سطح عمودى على آخر أسهل من وضعه عليه بالانحراف ما فيلزمنا أن نجث عن طريقة بواسطتها يكون سطح المثلث عموديا على سطح البسيطة فنقول اذا أمعنا النظر الى ما تحت المرقم نرى أننا اذا وضعنا عليه ضلع لوحة مثلثية عمودية على البسيطة بحيث يمر الضلع الآخر من مركز البسيطة ويصنع مع الاول زاوية مساوية للزاوية التى يصنعها ما تحت المرقم مع نفس المرقم نكون قد تحصلنا على المطلوب فينبغى لنا أن نجث عن الزاوية الحادثة بين المرقم وما تحت المرقم وعن موضع ما تحت المرقم المذكور على سطح البسيطة ويمكن استخراج ذلك من (الشكل ٢٨) بأن يصنع مثلث من خشب قائم الزاوية مشابه للمثلث (هـ ل م) ويوضع وتره

في نقطة (ب) فاذا رسم المستقيم (ب ل) من هذه النقطة في السطح المذكور بحيث يكون عموديا على الاثر (ع ح) يكون الاثر الرأسى لهذا العمود هو نقطة (ل) ويكون المرقم (م ب) عمودا على هذا العمود لانه عمود على سطح الاستواء المذكور واذا وصل من تلك النقطة (ل) الى النقطة (م) التي هي الاثر الرأسى للمرقم يكون الخط الواصل هو عبارة عن وتر الزاوية القائمة الحادثة من تلاقى المرقم بالعمود النازل في سطح الاستواء على أثره (ع ح) وبالضرورة يكون هذا الوتر على سطح البسيطة العمودية واذا تخيلنا من نقطة (ب) مستقيما عموديا على سطح البسيطة يكون هذا العمود موازيا لسطح الافق ويكون طوله الحقيقي هو (د ز) وهذا ما أردنا بيانه ولمعرفة طول (ب ل) الحقيقي يلزم تدوير المثلث المذكور حول وتره حتى ينطبق على سطح البسيطة ولأجل ذلك نرسم من نقطة (ب) العمود (ب ب') على ما تحت المرقم (م ح) ونأخذه مساويا للبعد (د ز) ثم نصل (ل ب') فيكون هو طول (ب ل) الحقيقي ثم بوصل (م ب') نجد الطول الحقيقي للمرقم وحيث قلنا فيما تقدم ان المرقم عمود على العمود النازل على (ع ح) وبهذا السبب يلزم ان المستقيمين (م ب') و (ل ب') يكونان متعامدين فالبعث في الشكل عن صحة عمودية هذين الخطين يكون امتحانا لمعرفة صحة الرسم

هذا وينقل نقطة (ب) الى نقطة (ب') التي على ما تحت المرقم بواسطة قوس دائرة مرسوم من النقطة (ل) تكون نقطة (ب') هي موضع مركز البسيطة الاستوائية بعد تدويره حول معدل النهار (ع ح) وبرسم دائرة بنصف قطرها من هذه النقطة (ب') تكون هذه الدائرة هي محيط البسيطة الاستوائية ثم بوصل (ب' هـ) بخط مستقيم وأخذ نقطة تلاقى هذا المستقيم بالمحيط المذكور وهي نقطة الزوال وتقسيم المحيط الى أربعة وعشرين جزءا بالابتداء من النقطة المذكورة والتوصيل من نقط التقاسيم الى المركز (ب') بخطوط مستقيمة ومد هذه الخطوط الى أن تلاقى معدل النهار (ع ح) ووصل نقط التلاقى هذه بمركز البسيطة العمودية (م) تكون قد عينا خطوط ساعات البسيطة المطلوبة ويثبت المطلوب

(في تعيين انحراف السطح)

(٦٠) حيث ان الطريقتين المتقدمتين مبنيان على معرفة انحراف سطح البسيطة التزمنا أن نذكر هنا كيفية تعيينه فنقول

ليكن

البسيطة (م) يكون خط (م ح) هو المسقط الرأسى للمرقم المذكور أى ماتحت المرقم المطلوب ثم اذا أنزل العمود (هـ ب) على موضع المرقم الذى دورناه حول نقطة (هـ) أعنى على خط (م ح) يكون هذا العمود هو خط الاستواء والنقطة (ب) مركز البسيطة الاستوائية

وإذا أريد معرفة موضع النقطة (ب) بعد استرجاع خط (م ح) الى موضعه الاصلى أى الموضع (م ح) يلاحظ أنه فى أثناء حركة (م ح) الى (م ح) تتحرك نقطة (ب) على سطح مواز للافق وبناء عليه اذا رسم خط (ب ب) موازياً للافق تكون نقطة (ب) هى موضع (ب) على خط (م ح) وبذلك نكون قد عينا مركز البسيطة الاستوائية على ماتحت المرقم والنقطة (د) هى المسقط الافقى للمركز المذكور

وحيث انا قد قلنا ان ماتحت المرقم (م ح) هو فى الواقع نصف نهار أفقى لنقطة أخرى على الكرة الارضية فمعدل النهار الافقى يميز بالنقطة (هـ) ويكون عمودياً على نصف النهار المذكور أى على (م ح) وعلى ذلك اذا رسمنا من نقطة (هـ) العمود (ع ح) على (م ح) يكون هذا العمود هو معدل النهار

ويظهر مما تقدم أنه من المعلوم لدينا أن معدل النهار هو (ع ح) وهو الاثر الرأسى لسطح الاستواء على سطح البسيطة العمودية والمسقط الرأسى (ب) لمركز البسيطة الاستوائية الذى هو عبارة عن نقطة تلاقى سطح الاستواء المذكور بما تحت المرقم فاذا دورنا سطح الاستواء حول أثره (ع ح) حتى ينطبق على بسيطتنا العمودية يمكننا ايجاد الموضع الحقيقى للمركز المذكور وبعد ذلك ترسم من هذا المركز ببسيطة استوائية ونعين خطوط ساعاتها وتمد الى أن تقطع خط (ع ح) الذى لم ينتقل من مكانه فى أثناء التدوير ويوصل من نقط التقاطع الى مركز البسيطة العمودية (م) فنكون قد تمنا انشاء البسيطة العمودية المطلوبة

ولاجل تعيين الموضع الحقيقى لمركز البسيطة الاستوائية بتدوير سطح الاستواء حول معدل النهار (ع ح) يراعى أن الجزء (م ب ل) مما تحت المرقم (م ح) هو عبارة عن المسقط الرأسى لمثلث قائم الزاوية وتره (م ل) منطبق على سطح البسيطة وبعد رأس زاويته القائمة عن سطح البسيطة هو (د د) وبيان ذلك أنا فرضنا ان خط (ع ح) هو الاثر الرأسى لسطح الاستواء الملاقى للمرقم

النقط الى مركز البسيطة العمودية (م) نجد خطوط ساعات البسيطة المذكورة أى البسيطة المنحرفة وهو المطلوب

(فى الطريقة الثانية لرسم البسيطة المنحرفة)

(٥٩) اذا أريد انشاء بسيطة منحرفة فى محل مثل الاستانة العليا على سطح حائط بغير الطريقة الاولى يلاحظ أنه يوجد على سطح الكرة الارضية نقطة أخرى غير الاستانة العليا بحيث يكون أفق تلك النقطة موازيا لسطح الحائط المراد انشاء البسيطة عليه فاذا فرضت بسيطة على ذلك الافق فيكون نصف نهارها فى الواقع عبارة عن المسقط الرأسى لمرقم البسيطة العمودية المطلوبة بحيث اذا عينا المسقط الرأسى المذكور بالنظر لنصف نهار البسيطة الافقية المفروضة فى تلك النقطة ورسمنا بسيطة أفقية على سطح الحائط المفروض نكون قد أنشأنا البسيطة المطلوبة ولكن يراعى فى تقسيم محيط الدائرة الاستوائية أن يؤخذ نصف نهار البسيطة المطلوبة مبدأ للتقسيم . وحيث ان المسقط الرأسى المذكور هو فى الحقيقة نصف نهار البسيطة التى ترسم على السطح الرأسى الاول للمحل المفروض يمكن تعيينه بهذا الفرض أيضا هذا والمسقط الرأسى للمرقم على سطح البسيطة يسمى فى فن البسائط بما تحت المرقم ليكن (س س) (شكل ٢٨) نصف نهار البسيطة العمودية ولنفرض مرقمها موضوعا فى مركزها (م) فلتعين ما تحت المرقم ندور المرقم نفسه حول نصف النهار (س س) حتى ينطبق على سطح البسيطة ولاجل ذلك يكفى رسم الزاوية (ح م س) بحيث تساوى تمام عرض البلد فيكون خط (م ح) هو موضع المرقم على سطح البسيطة وليكن (ن ح) الفصل المشترك بين سطح البسيطة وسطح الافق فتدوير هذا السطح الاخير حول الخط (ن ح) حتى ينطبق على سطح البسيطة يمكن ايجاد نصف نهار البسيطة الافقية وذلك بملاحظة أن نصف النهار المذكور بمقتضى ما تقدم يصنع مع (س س) زاوية مساوية لانحراف السطح . وحيث ان سطح البسيطة فى شكلنا المفروض متجه الى الجهة الشرقية فالخط الذى يصنع مع (س س) زاوية الانحراف يكون على غربى (س س) المذكور وليكن (ه ح) هذا الخط فهو اذن نصف نهار البسيطة الافقية واذا أريد تعيين الاثر الافقى للمرقم تنقل النقطة (ح) الى النقطة (ح) بواسطة قوس دائرة يرسم من المركز (ه) فتكون نقطة (ح) هى الاثر المطلوب و (ح) هى المسقط الرأسى لهذا الاثر فاذا وصلنا من (ح) الى مركز

بين الفصلين المشتركين (ك ك) و (ع ح) وهى زاوية الانحراف مساوية للزاوية الحادة ما بين نصفي النهار (ل ص) و (ل س) فلايجاد نصف نهار البسيطة الافقية يكفى أن يرسم مستقيم مثل (ل ص) بحيث يصنع مع نصف نهار البسيطة العمودية زاوية مساوية لزاوية الانحراف المفروض ولكن يلزم في ذلك التنبيه الى كون الانحراف المذكور غربيا أو شرقيا فان كان غربيا يرسم الخط (ل ص) على يمين نصف النهار (ل س) كما هو في الشكل وان كان شرقيا يرسم على يساره

ثم بعد تعيين نصف النهار هذا بالطريقة المذكورة يلزم تعيين الاثر الافقى للمرقم الذى قلنا بوجوده على نصف النهار المذكور ولأجل ذلك يدور سطح نصف النهار حول الخط (س س) حتى ينطبق على سطح المستوى (ب د) وحيث ان ذلك المرقم يصنع مع (س س) زاوية مساوية لعرض البلد فيرسم خط (م ص) بحيث يصنع مع (س س) الزاوية المذكورة يكون (م ص) المذكور هو موضع المرقم على السطح (ب د) بعد التدوير وتكون نقطة (ص) هى موضع الاثر الافقى المطلوب وبعد ذلك اذا نقلت هذه النقطة على نصف النهار (ل ص) بواسطة القوس (ص ص) المرسوم من نقطة (ل) تكون نقطة (ص) هى نفس الاثر المذكور وهى أيضا مركز البسيطة الافقية التى يمكن رسمها بالنسبة لذلك المرقم

ولترسم من نقطة (ل) العمود (ل ن) على موضع المرقم (م ص) فيدل هذا العمود على سطح الاستواء وتكون نقطة (ن) مركزا للبسيطة الاستوائية بحيث لو رسمنا من (ل) القوس (ن ن) تكون نقطة (ن) هى موضع مركز البسيطة الاستوائية على السطح الافقى ويكون الخط (ع ح) هو النصل المشترك بين سطح الاستواء وبين السطح الرأسى الاول أى يكون هو معدل النهار

وحيث وجدنا بالتدوير السابق ذكره مركزا لبسيطة أفقية بالنسبة للمرقم المفروض ومركزا لبسيطة استوائية ومعدل نهار فلاجعل رسم البسيطة الافقية المطلوبة نجعل نقطة (ن) مركزا ونرسم نصف دائرة بنصف قطرها ونقسم المحيط الى اثني عشر جزءاً ونصل من نقط التقاسيم الى المركز المذكور بخطوط مستقيمة فتكون هى خطوط ساعات البسيطة الاستوائية وبامتدادها الى معدل النهار (ع ح) والوصل من نقط التلاقى الى مركز البسيطة الافقية (ص) بخطوط مستقيمة وامتدادها الى أن تقطع الخط (ك ك) الذى لا يتغير موضعه وقت التدوير المتقدم ذكره ثم بالوصل من هذه

(٢٢) من النقطة المذكورة يكون هذا الخط هو الفصل المشترك بين السطح المفروض وبين سطح نصف النهار وحيث ان هذا الفصل المشترك عبارة عن نصف نهار البسيطة المرسومة على السطح الرأسى الاول فالخط (٢٢) هو اذن خط زوال البسيطة المنحرفة أى نصف نهارها فاذا رسمنا من نقطة (م) فى سطح نصف النهار خطا مستقيما بحيث يصنع مع (٢٢) زاوية مساوية لعرض البلد يكون هذا الخط هو مرقم البسيطة ونرسم سطحا أفقيا بحيث يقطع سطح البسيطة ومرقمها وليكن (ك) أثره الرأسى فيوجد على هذا السطح خط نصف نهار يمر بنقطة (ل) التى على (٢٢) ويحتوى على الاثر الافقى لمرقم البسيطة العمودية ثم على مركز البسيطة الافقية التى يفرض رسمها على السطح المذكور فاذا دورنا هذا السطح حول أثره الرأسى (ك) بحيث ينطبق على السطح الرأسى (ب د هـ) يمكننا تعيين وضع خط نصف النهار الافقى ثم الفصل المشترك بين السطح المذكور والسطح الرأسى الاول ثم الاثر الافقى لمرقم البسيطة العمودية ثم مركز البسيطة الافقية وبعد ذلك ترسم بسيطة أفقية بموجب ما تقدم فى المادة ٤٤ بخطوط ساعاتها تقطع الخط (ك) فى نقط لا تتحرك حينما يحصل استرجاع السطح الافقى الى محله الاصلى فاذا وصلنا من هذه النقط الى المركز (م) بمستقيمات نكون قد حصلنا على خطوط ساعات البسيطة المنحرفة وليبان ذلك نقول حيث اتنا فرضنا البسيطة على السطح (ب د هـ) ونصف نهارها عند (٢٢) وفرضنا ان السطح الرأسى الاول المار بنصف النهار (٢٢) مائل على السطح المذكور وهذا الميل اما أن يكون غربيا أو شرقيا وهو غربى فى الشكل المفروض فيمكن فرض انه السطح الرأسى هذا (ب د هـ) وفى هذه الحالة السطح الافقى المار بالخط (ك) يقطع السطحين المذكورين على مستقيمين يصنعان بينهما زاوية مساوية للانحراف هذين السطحين فعندما تدور السطح الافقى حول أثره (ك) حتى ينطبق على (ب د هـ) يمر الفصل المشترك بينه وبين السطح الرأسى الاول (ب د هـ) بالنقطة (ل) ويصنع مع (ك) زاوية مساوية للانحراف المذكور

ليكن (ح ع) هذا الفصل المشترك فاذا أقنا (ل ص) عمودا على (ح ع) من النقطة (ل) يكون هذا العمود بمقتضى ما قلنا فى المادة (٥١) هو نصف نهار البسيطة الافقية التى ترسم على السطح الافقى المار بالخط (ك) وحيث ان الزاوية التى

الوصفية فإذا رسمنا من نقط التقاطع المذكورة خطوطا موازية للخط (د ح) تكون هذه الخطوط هي خطوط الساعات المطلوبة

وأما الأرقام المقابلة لهذه الخطوط فتوضع على حسب حركة الشمس وبالأبدا من خط الساعة ٦ مثل (٧ و ٨ و ٩ و ١٠ وهكذا) كما ترى في الشكل لأن الشمس من وقت طلوعها الى وقت الزوال تكون من جهة سطح نصف النهار الشمالية ومن وقت الزوال الى الغروب تكون في جهته الغربية

هذا والبسيطة التي رسمناها هنا هي التي رسمت للجهة الشرقية فيمكن استعمالها من وقت الطلوع الى وقت الزوال وان أريد استعمالها من وقت الزوال الى وقت الغروب يلزم انشاء واحدة أخرى في الجهة الغربية

(في بيان السطح الثالث الرأسى)

(٥٧) أكثر ما يكون رسم البسائط العمودية على سطوح رأسية غير السطح الرأسى الأول والسطح الرأسى الثانى أى غير سطح نصف النهار والسطح العمودى عليه بل يكون سطحاً رأسياً واقفاً ما بين هذين السطحين بحيث يصنع مع السطح الرأسى الأول زاوية ما والبسيطة التي يراد رسمها عليه يمكن تولدها من البسيطة الأفقية كالبسيطة التي ترسم على السطح الرأسى الأول ولكون السطح المذكور يقطع السطح الرأسى الأول على زاوية ما فالبسيطة التي ترسم عليه تسمى بالبسيطة المنحرفة فان كانت متجهة الى جهة الغرب بحيث ان مدة استضاءتها بأشعة الشمس قبل الزوال تكون أقل من مدة استضاءتها بها بعده يقال ان انحراف البسيطة غربى (كما هو مرسوم في شكل المادة ٢٨) وان كانت متجهة الى جهة الشرق يقال ان انحرافها شرقى والانحراف المذكور ما بين السطحين يعلم بأخذ نقطة على خط تقاطعهما ورسم خطين عموديين على الخط المذكور بحيث يكون كل عمود فى أحد السطحين فزاوية العمودين تكون عبارة عن الانحراف المذكور وسنذكر قريباً كيفية تعيين هذه الزاوية هذا ورسم البسيطة المنحرفة بالقواعد الهندسية يكون بطريقتين ولنذكرهما لك على التوالى مفصلتين كل منهما على حدة

(فى الطريقة الاولى. لرسم البسيطة المنحرفة)

(٥٨) ليكن (ب ح د هـ) (شكل ٢٧) السطح العمودى المراد انشاء البسيطة العمودية عليه ولنفرض انحرافه غربياً وليكن (م) نقطة ما عليه فإذا رسمنا الخط الرأسى

يكون واقعا على الافق خارجا عن سطح البسيطة فلهذا السبب لا يمكن استعمال هذه البسيطة قبل الزوال بساعة واحدة ولا بعده كذلك أى لا يمكن استعمالها مدة ساعتين اثنتين الا بوجه التقريب

وحيث انه يوجد بين سطح الساعة السادسة وبين سطح الساعة الثانية عشرة زاوية قيمتها تسعون درجة أعنى أن السطحين المذكورين أحدهما عمودى على الآخر وأن سطح الساعة الثانية عشرة هو نفس سطح الزوال وقد فرضناه فى (ف ك) فحينئذ يكون سطح الساعة السادسة هو سطح المستطيل (د ه ب ح) المفروض عموديا على السطح الاول ويكون اذن الخط (د ح) هو خط الساعة ٦ الذى يلزم رسمه على البسيطة المذكورة

(فى رسم نصف نهار البسيطة المذكورة)

(٥٦) رسم البسيطة المذكورة يلزم ابتداء أن يرسم سطح عمودى على المرقم فيكون هو سطح الاستواء ويكون الفصل (ع ح) (شكل ٢٥) المشترك بينه وبين سطح البسيطة هو معدل النهار والنقطة (ص) التى هى نقطة تلاقي المرقم بـ سطح الاستواء تكون مركز البسيطة الاستوائية فاذا أجرى تدوير سطح الاستواء حول معدل النهار (ع ح) الى أن ينطبق على السطح (ف ك) ينطبق المركز (ص) على النقطة (ص) الكائنة على خط الساعة ٦ فلهذا يمكن إيجاد المطلوب بكل سهولة بالطريقة الآتية ذكرها

وهى أن يقال لنفرض (ع ح) (شكل ٢٦) معدل النهار و (د ح) مسقط مرقم البسيطة أعنى خط الساعة ٦ فلاجل تدوير البسيطة الاستوائية أى سطح الاستواء حول معدل النهار (ع ح) نأخذ على خط الساعة ٦ بعد (م ص) يساوى البعد الموجود بين المرقم وبين سطح الحائط المفروض وبذلك نكون قد عينا النقطة (ص) التى هى مركز البسيطة الاستوائية فاذا رسمنا من هذا المركز نصف دائرة بأى نصف قطر كان نكون قد طبقنا البسيطة الاستوائية على بسيطتنا المفروضة وبعد ذلك اذا قسمنا نصف الدائرة الى اثني عشر قسما ثم وصلنا من نقط التقاسيم الى المركز (ص) بخطوط مستقيمة ثم مددنا هذه الخطوط الى أن تقطع معدل النهار (ع ح) تكون كل نقطة من نقط التقاطع المذكورة نقطة من الاثر الرأسى لسطح سويعى وحيث ان كل أثر رأسى من آثار السطوح السويعية مواز للخط (د ح) كما هو معلوم فى علم الهندسة

... وهكذا وبأخذ أبعاد مساوية لهذه الأبعاد على عین وشمال النقطة (ن) نحدث
نقط اذا وصلنا منها الى المركز (م) نجد خطوط ساعات البسيطة

ويمكن أيضا استخراج زوايا خطوط الساعات (هـ) بواسطة القانون (ص) ثم نرسم
خطوطا من نقطة (م) تصنع مع نصف النهار زوايا مساوية لتلك الزوايا المذكورة
فتكون هذه الخطوط هي خطوط ساعات البسيطة المقروضة

ولكن هذه الطريقة الاخيرة أصعب من الطريقة الاولى فلذلك ترجحت الاولى عليها
(في كيفية رسم بسيطة السطح الثاني الرأسى)

(٥٥) حيث ان السطح الرأسى الثانى هو عبارة عن نصف نهار المحل فالبسيطة التى
ترسم عليه تسمى ببسيطة نصف النهار أيضا ويكون انشاء هذه البسيطة يستلزم معرفة
وضع المرقم ورسم نصف النهار ينبغى لنا أن نبدأ بالكلام عليهما فنقول

لنفرض حائطا رأسيا مثل (ف ك) (شكل ٢٥) منطبقا على سطح نصف النهار
فلنكون مرقم البسيطة التى ترسم على أى جهة من هذا الحائط يلزم أن يكون موازيا
له فينبغى أن يكون المرقم موضوعا خارج سطح الحائط لانه اذا كان منطبقا على السطح
المذكور لا يمكن أن يحدث ظلا ولمعرفة كيفية وضع هذا المرقم نفرضه معلوما ونفرض
أن يرسم من احدى نقطه خط مواز للافق فهذا الخط يصنع ضرورة مع المرقم زاوية
مساوية لعرض البلد

وينتج من ذلك أن اتجاه المرقم هو نفس اتجاه خط القطبين فلتكن (م) نقطة ما على
سطح الحائط (ف ك) ولترسم خط (م ن) موازيا للافق وخط (د ح) بحيث يصنع
مع (م ن) زاوية مساوية لعرض البلد فهذا الخط (د ح) يكون المسقط الرأسى
للمرقم الذى يلزم وضعه خارجا عن الحائط فاذا فرضنا مستطيلا مثل (د هـ ب ح)
عموديا على السطح (ف ك) بحيث ينطبق أحد أضلاعه على الخط (د ح) يكون
ضلعه الآخر (هـ ب) هو مرقم البسيطة

وأما خط زوالها أعنى نصف نهارها فحيث انه عبارة عن ظل المرقم (هـ ب) وقت
الزوال فلا يمكن رسمه على سطح البسيطة لائن الشمس فى وقت الزوال توجد على قبة
السما فى اتجاه السطح (ف ك) بحيث يقع ظل المستطيل (هـ د ح ب) على الافق
فى (هـ د ح ب) مثلاف يكون حينئذ ظل المرقم (ب هـ) هو (ب هـ) أعنى أنه

تكون على الافق من جهة البسيطة الشمالية مرتين في كل مرة مدة ٣ ساعات و ٣٦ دقيقة فتكون في المرتين مدة ٦ ساعات و ٣٦ دقيقة وبالمجم نجد $٩,٤ + ٣٦,٦ = ١٥,٤٠$ وبطرح هذا العدد من ٢٤ نجد العدد المذكور ٨ ساعات و ٢٠ دقيقة

فينتج مما سبق انه لمعرفة الزمن المذكور لأي يوم من الفصولين السابق ذكرهما يلزم رسم الدائرة اليومية المقابلة لذلك اليوم وتدويرها بالكيفية المتقدمة ثم تعيين أوقات طلوع الشمس وغروبها وأوقات مرور الشمس من جهة الى جهة اخرى من سطح البسيطة

(في رسم البسيطة المذكورة بواسطة الحساب)

(٥٤) ليكن (م) (شكل ٢٤) مركز البسيطة العمودية و (م ح) مركزها و (ب) مركز البسيطة الاستوائية و (ب ق) و (ب د) خطين من خطوط ساعات البسيطة الاستوائية و (ل د) معدل النهار الموازي للافق فاذا فرضنا (م ق) نصف نهار البسيطة العمودية يمكن بواسطة القوانين الآتية استخراج الزاوية (هـ) التي هي زاوية خطوط ساعات البسيطة العمودية والخط (ق د) الذي هو بعد معدل النهار ففي المثلث (ب ق د) قائم الزاوية ق لنا

$$ق د = ب ق مماس هـ$$

وفي المثلث (م ب ق) قائم الزاوية ب لنا

$$ب ق = م ق جيب تمام العرض = م ق تمام جيب العرض$$

وببدال ب ق بهذه القيمة في المعادلة الاولى نجد

$$ق د = م ق تمام جيب العرض مماس هـ \quad (٥)$$

$$\text{ومنها } \frac{ق د}{م ق} = \text{تمام جيب العرض مماس هـ}$$

ثم في المثلث (م ق د) قائم الزاوية ق لنا

$$\frac{ق د}{م ق} = \text{مماس هـ}$$

فبمقارنة هاتين المعادلتين يحدث

$$\text{مماس هـ} = \text{تمام جيب العرض مماس هـ} \quad (ص)$$

فاذا وضعنا في القانون (٥) ١٥° ثم ٣٠° وهـ كذا الى ٩٠° بدلا من زاوية (هـ)

وفرضنا أن (م ق) يساوى واحدا يمكن تعيين ابعاد معدل النهار (ق د) و (ل د)

أعظم اضاءة البسيطة المنشأة في الجهة الشمالية تكون يوم وجود الشمس في الانقلاب الصيفي وبعده تناقص حتى تجيء الشمس في سطح الاستواء فتتلاشى المدة وتنعدم وبعده ذلك لا يرى وجه البسيطة الشمالية شعاع الشمس مدة ستة أشهر فتستعمل البسيطة المنشأة في الجهة الجنوبية

هذا وإذا اريد معرفة أعظم مدة تقع فيها أشعة الشمس على سطح البسيطة بالنسبة لمحلول معلوم من الجهة الشمالية يكفي تعيين مدة أطول نهار في المحلول المذكور بالطريقة المذكورة في علم الهيئة وهي أن ندور دائرة الانقلاب الصيفي حول الخط (١٢ و ١٢) حتى تنطبق على سطح نصف النهار

ولاجل ذلك يلزم أن نرسم من نقطة (م) دائرة بنصف قطر مساو للبعد (م ١٢) فتكون هي الدائرة المذكورة ثم نقسم محيطها الى أربع وعشرين جزءاً ونضع أرقاماً بالابتداء من خط الزوال فالسطح الرأسى يفصل من هذا المحيط قسمين عند النقطة (ل) على الافق وهذان القسمان هما (ح ل) و (ل ١٢) فبعد طلوع الشمس في المدة اللازمة لسيرها على (ح ل) تكون جهة السطح (ب هـ) الشمالية مضيئة وفي مدة سيرها على (ل ١٢) تكون جهته الجنوبية هي المضيئة ويكون الامر كذلك بعد الزوال أيضاً فنلزم اذن معرفة المدة التي تسير فيها الشمس على (ح ل)

لنرسم من (ح) و (ل) خطين موازيين للخط (ن ق) قصهت أربع نقط على الدائرة التي دورناها اثنتان منها ناشئتان عن الخط المرسوم من (ح) وهما تدلان على وقت طلوع الشمس وغروبها والثنتان الاخرى ناشئتان عن الخط المرسوم من (ل) وهما تدلان على الوقت الذي يبتدئ فيه الوجه الشمالى للسطح (ب هـ) في الاخذ في أن يكون مضيئاً أو مظلماً بالنسبة للاستقامة العالية يوجد في اليوم المذكور أربع ساعات واثنتان وثلاثون دقيقة لوقت طلوع الشمس و ٧ ساعات و ٥٠ دقيقة لوقت دخول الشمس الى جهة سطح البسيطة الجنوبية فبطرح أحد هذين العددين من الآخر نجد ٣ ساعات و ١٨ دقيقة ففي اليوم المعتبر في هذه المدة بعد طلوع الشمس وفي المدة نفسها قبل غروبها تكون البسيطة التي في الجهة الشمالية مضيئة بأشعة الشمس وكذلك تكون الجهة الجنوبية مضيئة قبل الزوال وبعده بمدة ٨ ساعات و ٢٠ دقيقة لان الشمس كانت تحت الافق في اليوم المذكور مدة ٩ ساعات و ٤ دقائق وحيث أنها

الجنوب مع ان الشمس بعد طلوعها كل يوم بمدة في فصلى الربيع والصيف وقبل غروبها بتلك المدة توجد في جهة السطح المذكور المتجه الى الشمال وبذلك في مدة الفصلين المذكورين وفي كل صباح ومساء تكون الجهة المذكورة من السطح الرأسى مضئة والجهة المرسوم عليها البسيطة مظلة ولا يمكن وقتئذ تعيين الساعات بالبسيطة المفروضة فلا تمام هذا النقصان نلاحظ أننا لو فرضنا أن (د ح) يكون المقطع الرأسى لسطح البسيطة (شكل ٢٢) فإذا كان الخط (ب م) هو المرقم الموضوع في الجهة الجنوبية فبامتداده الى الجهة الشمالية يكون (م ب) هو مرقم بسيطة أخرى في الجهة المذكورة و (م) يكون مركزها فبرسم هذه البسيطة الثانية يزول القصور المذكور وليلاحظ أن رأس مرقم البسيطة الجنوبية متجه الى جهة الارض ومرقم البسيطة الشمالية متجه الى جهة السماء وكل منهما على استقامة الآخر ويمكن أن لا يكونا على استقامة واحدة بشرط أن يكونا متوازيين فبالكيفية السابق ذكرها يمكن في أيام فصلى الخريف والصيف استعمال البسيطة الشمالية بعد طلوع الشمس وقبل غروبها والبسيطة الجنوبية في الاوقات القريبة من الزوال وأما مدة وقوع أشعة الشمس على أحد الوجهين المذكورين فتختلف بالنسبة لعرض البلاد ولميل الشمس

ولبيان ذلك نفرض (ع ع) خط الاستواء (شكل ٢٣) و (ق ق) خط القطبين والدائرة (ح ع ق) نصف نهار المحل فإذا فرضنا بعد ذلك أن هذا المحل هو الاستانة العليا ورسمنا زاوية (ق ه ح) مساوية ١٦° ٤١' يكون خط (ح ع) أفق الاستانة والعمود (ب ه) النازل عليه يكون السطح الرأسى الاول الذى أنشأنا عليه البسيطة ومن المعلوم أن الشمس ترسم كل يوم دائرة وجميع تلك الدوائر على جهتي خط الاستواء الشمالية والجنوبية مابين المدارين (١٢ و ١٢) و (د د) فالدوائر التى ترسمها في مدى الربيع والصيف تنقسم اجزاؤها العليا أى التى فوق الافق بالسطح الرأسى الاول (ب ه) كما يظهر من الشكل الى قسمين متى وجدت الشمس على أحدهما تكون جهة السطح الرأسى (ب ه) المقابلة لها مضئة وفي هذه المدة تكون الجهة الأخرى مظلة وتختلف هذه المدة باختلاف بعد (ب ه) عن (ه ع) أعنى بتناقص عرض البلد أو بزياده وكذلك تختلف باختلاف ميل الشمس اذ باختلاف الميول تختلف اجزاء الدوائر التى يفصلها السطح (ب ه) ويرى أن

المذكور زاوية مساوية لتمام عرض البلد فيكون هو المرقم ولندوره حول (م ن) حتى ينطبق على سطح البسيطة

واذ كان كل سطح يرسم عموديا على المرقم يدل على سطح الاستواء وأثره يدل على معدل النهار فاذا أخذنا نقطة ما ولتكن (ب) على المرقم ورسمنا منها خط (ب ن) عمودا عليه فانه يقطع نصف النهار في (ن) بحيث لو رسمنا من هذه النقطة خط (ك ك') عمودا على نصف النهار المذكور فيكون هو معدل النهار ويكفي لاتمام البسيطة بعد ذلك أن نجري على ما ذكرناه سابقا في البسيطة الافقية بمعنى أننا نجعل نقطة (ن) مركزا ونرسم القوس (ب ب') لكي تنقل النقطة (ب) الى (ب') ثم من هذه النقطة نرسم دائرة البسيطة الاستوائية ونقسم محيطها الى اثني عشر قسما ونصل بخطوط مستقيمة المركز (ب') بنقط التقاسيم ونعد تلك الخطوط الى أن تلاق معدل النهار (ك ك') في نقط نوصلها الى مركز البسيطة العمودية (م) فتجدت خطوط ساعاتها

هذا ولتعيين الخطوط المجاورة لخط الساعة ٦ يلزم اتباع الطرق التي ذكرناها في المادة (٤٥) وما يليها من المواد

واذا أريد استعمال شاخص أولوحة مثقوبة بدلا من المرقم فتؤخذ نقطة على المرقم حيثما اتفق ولتكن (ب) وينزل منها على سطح البسيطة العمود (ب ب') فيكون هو طول الشاخص المطلوب

واذا اريد وضع لوحة مثقوبة على هذا الشاخص فالطول المذكور يكون عبارة عن البعدين مركز الثقب والنقطة (ب') التي هي موقع العمود المذكور وحيث ان الساعات لا تعرف الا بمرور ظل رأس هذا الشاخص على خطوط الساعات أو بمرور الضوء المار بثقب اللوحة فيلزم منعاً لوقوع الظل أو الضوء المذكورين خارج سطح البسيطة انتخاب أطوال خطوط الساعات بحيث تكون مناسبة لطول الشاخص (ب ب') أو طول الشاخص المذكور بالنسبة لأطوال تلك الخطوط كجعله مثلاً مساوياً لطول الخط (ه ه')

(في كيفية بيان الساعات القرية من طلوع الشمس وغروبها)

(٥٣) ان البسيطة المذكورة قد انشئت على وجه السطح الرأسي الاول المتجه الى

من هذه الاوضاع ولتتميز بعضها من بعض سميناها على الترتيب المذكور بالسطح الرأسى الاول والسطح الرأسى الثانى والسطح الرأسى الثالث

(فى بيان بسيطة السطح الرأسى الاول)

(٥١) اذا كان السطح المراد انشاء البسيطة عليه عموديا على سطح نصف النهار فلا شك ان اتجاهه يكون نفس اتجاه خط الشرق والغرب ويكون خط نصف نهار البسيطة هو الخط الرأسى النازل من مركزها وبذلك يسهل رسمه لانا لو فرضنا خطا مستقيما موضوعا على سطح البسيطة ومتجها على اتجاه محور العالم يكون هذا الخط عبارة عن مرقم البسيطة واذا امتد هذا المرقم فلا ريب انه يلاقى السطح الافقى الراكز عليه سطح البسيطة العمودية وحيث ان السطح المار بهذا المرقم عموديا على الافقى هو نفس سطح نصف النهار فأثره الرأسى وأثره الافقى يتحددان فى خط واحد عمودى على خط الارض فيحدث مثلث قائم الزاوية قاعدته الخط المذكور وهو عبارة عن خط نصف نهار البسيطة الافقية وارتفاعه خط نصف نهار البسيطة العمودية ووتره المرقم المقروض

ولما كانت الزاوية الحادثة بين هذا الوتر ونصف النهار الافقى عبارة عن عرض البلد كانت الزاوية الحادثة بين المرقم المذكور ونصف نهار البسيطة العمودية عبارة عن $(90^\circ - \text{العرض})$ أعنى انها مساوية لتمام العرض المذكور وبالجملة فالخط الرأسى النازل من أية نقطة جعلت مركزا فى السطح العمودى يكون نصف نهار البسيطة العمودية وكل خط يرسم من ذلك المركز موازيا لمحور العالم وصانعا مع نصف النهار المذكور زاوية مساوية لتمام عرض البلد يكون مرقمها هذا وأما سائر التفصيلات اللازمة لاتمام البسيطة فهى نفس التفصيلات التى تقدمت فى البسيطة الافقية كما سنبينه فيما يأتى

(فى كيفية رسم بسيطة السطح الاول الرأسى)

(٥٢) لنعتبر مركز البسيطة نقطة (م) من سطح عمودى على الافقى وعلى سطح نصف نهار المحل (شكل ٢١) وانزل منها الخط الرأسى (م ن) فيكون هذا الخط نصف نهار البسيطة المطلوبة ثم نرمم خط (م ب) بحيث يصنع مع نصف النهار

المذكور

ازوايا خطوط الساعات يعنى هـ			ابعاد معدل النهار يعنى د	بعد الزوال		قبل الزوال	
°	'	"		ساعة	دقيقة	ساعة	دقيقة
٠	٠٠	٠٠	٠,٠٠٠٠٠٠	٠	٠٠	٢١	٠٠
٢	٢٧	٤٥	٠,٠٤٣٠٠	٠	١٥	١١	٤٥
٤	٥٦	١٧	٠,٠٨٦٣٨	٠	٣٠	١١	٣٠
٧	٢٦	٥	٠,١٣٠٦٠	٠	٤٥	١١	١٥
٩	٥٨	١٥	٠,١٧٥٨١	١	٠٠	١١	٠٠
١٢	٣٣	٢٥	٠,٢٢٢٧٢	١	١٥	١٠	٤٥
١٥	١٢	١٥	٠,٢٧١٧٧	١	٣٠	١٠	٣٠
١٧	٥٥	٤٥	٠,٣٢٣٥٦	١	٤٥	١٠	١٥
٢٠	٤٤	٥٠	٠,٣٧٨٨١	٢	٠٠	١٠	٠٠
٢٣	٤٠	٢٣	٠,٤٣٨٤٠	٢	١٥	٩	٤٥
٢٦	٤٣	٢٤	٠,٥٠٣٤٦	٢	٣٠	٩	٣٠
٢٩	٥٤	٥٥	٠,٥٧٥٤٠	٢	٤٥	٩	١٥
٣٣	١٦	١٣	٠,٦٥٦١٢	٣	٠٠	٩	٠٠
٣٦	٤٨	٨	٠,٧٤٨١٦	٣	١٥	٨	٤٥
٤٠	٣١	٥٥	٠,٨٥٥٠٧	٣	٣٠	٨	٣٠
٤٤	٢٨	٤٠	٠,٩٨١٩٥	٣	٤٥	٨	١٥
٤٨	٣٩	١٥	١,١٣٣٧٠	٤	٠٠	٨	٠٠
٥٣	٤	١٥	١,٣٣٠٥٠	٤	١٥	٧	٤٥
٥٧	٤٤	٥	١,٥٨٤٠٠	٤	٣٠	٧	٣٠
٦٢	٤٨	٤٠	١,٩٣٢٩٠	٤	٤٥	٧	١٥
٦٧	٤٧	٥	٢,٤٤٨٥٠	٥	٠٠	٧	٠٠
٧٣	٨	٥	٣,٢٩٨٥٠	٥	١٥	٦	٤٥
٨٧	٣٩	١٥	٤,٩٨٣٧٠	٥	٣٠	٦	٣٠
٨٤	١٧	٤٥	١٠,٠١٠٤٠	٥	٤٥	٦	١٥
٩٠	٠٠	٠٠	٠٠,٠٠٠٠٠	٦	٠٠	٦	٠٠

الفصل الثانى

(فى البسائط العمودية)

(٥٠) البسائط العمودية هى التى ترسم على سطوح رأسية ولهذه السطوح بالنسبة لسطح نصف نهار المحل ثلاثة أوضاع لانها اما ان تكون عمودية عليه أو موازية له أو متقاطعة معه على زاوية حادة وسنبحث عن انشاء البسائط العمودية بالنسبة لكل وضع

(بفرض ع عرض البلد) فبإبدال كمية ح بما يساويها يحدث

$$(1) \quad \text{د} = \text{ب} \text{ ح مماس (هـ) جيب (ع)}$$

فبواسطة هذا القانون يمكن تعيين جميع الأبعاد المقابلة لخطوط الساعات ولخطوط أرباع الساعات فلاجعل تعيين خطوط الساعات يلزم إبدال الزاوية (هـ) بالأعداد 10° و 30° و 40° و وهكذا ولأجل تعيين خطوط أرباع الساعات تبدل

بالأعداد 40° و 3° و 30° و 7° و 10° و 11° وهلم جرا

ثم لأجل معرفة الزاوية (هـ) نلاحظ أن المثلث القائم الزاوية (د ح ب) فيه

$$\text{د} = \text{ب} \text{ ح مماس (هـ)}$$

وبالمقارنة بالمعادلة (١) يحدث

$$(2) \quad \text{مماس (هـ)} = \text{مماس (هـ) جيب (ع)}$$

فبواسطة هذا القانون يمكن استخراج الزاوية (هـ)

وقد حسبنا بواسطة القانونين (١) و (٢) الأبعاد والزاوية المقابلة لأرباع الساعات

بالنسبة للاستقامة العالية التي عرضها 16° و 41° وحررنا بها الجدول الآتي

ولكن فرضنا في الحساب أن البعد بين مركز البسيطة الأفقية ومعدل نهارها يساوي

واحدا أعني أن (ب ح = ١) فإذا أعطى لهذا البعد مقدار آخر في أثناء العمل

سواء كان بالأصابع أو بالأذرع يلزم ضرب الأعداد الموضوعة في خانة (أبعاد معدل النهار)

في ذلك المقدار

أو بمقارنة هاتين المعادلتين

$$\frac{د''}{د} = \frac{ه''}{ه}$$

أما $د = ه$ $د' = ه'$ فلذن $د'' = ه''$ وحيث ان الشكل (د ه د' د'') مستطيل فالضلع د' د' عمود على الضلع ه د' أى على الخط (ه ص) وهو المطلوب فقد ظهر لك بهذا البرهان صحة النظريات المذكورة

(في رسم البسيطة الافقية بواسطة الحساب)

(٤٨) ان القواعد التي ذكرناها فيما تقدم وان كانت في الواقع كافية لرسم البسيطة الافقية الا أن العمل بها يستدعي آلات هندسية ورسم خطوط كثيرة يصعب رسمها على سطح الارض فنعنا لهذه الصعوبات قد التزمنا بذكر طرق اخرى حسابية يسهل العمل بمقتضاها

ليكن (ب د) (شكل ٢٠) مرقم البسيطة الافقية و (ب د) نصف نهارها و (ن ك) معدل النهار و (ع د) خط زوال البسيطة الاستوائية ثم يقال لو علمنا خطا اخر (ع د) من خطوط ساعات البسيطة الاستوائية المذكورة فالخط المقابل له في البسيطة الافقية يتر ضرورة بالنقطة (د) ولكن من حيث ان (ع د) مجهول فيمكننا أن نجث عن مقدار الزاوية (ه د) أو البعد (د د) فثى وجدنا أحدهما يمكننا رسم الخط (ب د) وعلى ذلك فثى علمنا الزوايا الحادثة بين خطوط ساعات البسيطة الافقية ونصف نهارها أو الأبعاد التي تقطع عليها تلك الخطوط معدل النهار باعتبارها من النقطة (د) أمكننا ان نرسم البسيطة وتترج الطريقة الاولى فانها لا تستلزم الا رسم زوايا بخلاف الثانية فانها تستلزم قياس أبعاد مختلفة

(في كيفية حساب أبعاد معدل النهار وزوايا الساعات)

(٤٩) اذا اعتبرنا المثلث (د د ع) قائم الزاوية (شكل ٢٠) نجد فيه أن

$$د = د' = ع د' \cos (ه)$$

وفي المثلث (د ب ع)

$$د = ع ب \sin (ع)$$

الخط المقابل له من البسيطة الاستوائية في نقطة واحدة على معدل النهار فالخط (م) مثلا يلاقى الخط (م) في نقطة (ن) على معدل النهار (ف هـ)

(في اثبات العمل المذكور)

لنفرض (م ط) نصف النهار (شكل ١٩) و (ط ن) معدله و (ب ن) خط الساعة (٣) من البسيطة الاستوائية و (م ن) الخط المقابل له من البسيطة الافقية ولناخذ نقطة ما (هـ) على معدل النهار ونصل منها الى نقطتي (ب) و (م) ثم نرسم (هـ ص) موازيا لنصف النهار (ط م) فيقطع خط الساعة (٣) من البسيطة الاستوائية في نقطة (د) وبرسم (د د) موازيا لخط (ط ن) يقطع (ب هـ) في نقطة (د) فنرسم منها خط (د ح) موازيا لنصف النهار (ط م) فيلاقى (هـ م) في نقطة (د) ولترمز بالحرف د لنقطة تقاطع الخطين (هـ ص) و (م ن) ونصل بين (د و د) بخط مستقيم فنقول ان هذا الخط مواز لخط (ط ن) أو عمود على (هـ ص) فان أمكننا أن نبرهن على ذلك نكون قد أثبتنا أن موقع العمود النازل من نقطة (د) على (هـ ص) يوجد على خط من خطوط ساعات البسيطة الافقية بحيث لو وصلنا من الموقع المذكور الى المركز (م) بخط مستقيم يحدث الخط المذكور ويقطع الخط المقابل له من البسيطة الاستوائية في نقطة على معدل النهار ويكون هو المطلوب بيانه

أما البرهان على ما قيل فهو أنه يحدث من تشابه المثلثات ان

$$\frac{م ط}{د هـ} = \frac{ط ن}{هـ ن}$$

$$\frac{ب ط}{د هـ} = \frac{ط ن}{هـ ن}$$

ومنهما

$$\frac{م ط}{د هـ} = \frac{ب ط}{د هـ}$$

$$\frac{م ط}{ب ط} = \frac{د هـ}{د هـ}$$

أو

ويحدث أيضا

$$\frac{م ط}{ب ط} = \frac{د هـ}{د هـ}$$

وبعد (ب هـ = ب هـ) نجد النقط (ح و د هـ) التي هي آثار أفقية لخطوط مستقيمة موازية للمرقم وموجودة في أسطح الساعات المقابلة لها حيث كان من الضروري وجود هذه النقط على الآثار الأفقية لسطوح الساعات المذكورة فبوصلها بالمركز (م) تحدث ضرورة خطوط الساعات المطلوبة

(النظرية الثالثة)

(٤٧) أكثر ما تكون السطوح التي ترسم عليها البسائط ذوات اشكال مستطيلة ففي هذه الحالة وان كان يمكن رسم خطوط الساعات المجاورة لخط الساعة السادسة بالطرق المتقدم ذكرها الا أنه يرجح استعمال الطريقة الآتية

وهي أن يلاحظ ابتداء أنه لا يمكن رسم الخطوط (١٠ و ١١ و ١٢ و ٢) (شكل ١٨) المفروض أنها تقطع معدل النهار على سطح البسيطة يلزم أن ينتقب محل مخصوص لمعدل النهار المذكور بالنسبة لمحل تدوير البسيطة الاستوائية فلفرض مركز هذه البسيطة في (ب) وترسم خطوط ساعاتها فيلزم رسم معدل النهار (ف ن) بحيث أنه يقطع من كل جهة من نصف النهار خطين منها فهذه الواسطة يمكن تعيين الخطوط الاربعة (١٠م) و (١١م) و (١٢م) و (٢م) وأما الخطوط الباقية فلتعينها تأخذ النقطة (هـ) التي هي نقطة تقاطع الخط الأخير (٢م) بمعدل النهار وترسم منها الخط (هـ ص) موازيا لنصف النهار

ثم بعد ذلك ترسم خطوط ساعات البسيطة الاستوائية (ب م و د و ب هـ) ونعدها الى أن تلاقي الموازي المذكور (هـ ص) في النقط (د ح ل) ثم من هذه النقط نرسم الخطوط (د ز) و (ح ع) و (ل ل) موازية لمعدل النهار الى أن تقطع الخط (ب هـ) في (د ح ل) ثم نرسم منها الخطوط (د ز) و (ح ع) و (ل ل) موازية للخط (هـ ص) حتى تلاقي الخط (م هـ) ثم من النقط (د و ح و ل) نرسم (د ز) و (ح ع) و (ل ل) موازيات لمعدل النهار فتقطع (هـ ص) في النقط (د و ح و ل) التي اذا وصل منها الى المركز (م) تحدث خطوط الساعات ٣ و ٤ و ٥

وبما نقرر عرفت كيف يمكن انشاء البسيطة في سطح محدود ولتثبت الآن صحة ما ذكره بالبرهان وهو مبني على أن كل خط من خطوط ساعات البسيطة الأفقية يلاقى

(٥٢) و (٤٢) و (٣٢) و (٩٢) و (٨٢) و (٧٢)

وهي خطوط ساعات البسيطة الافقية المبحوث عنها

(الفظرية الثانية)

(٤٦) اذا أمكن رسم سبعة خطوط ساعات متوالية على سطح البسيطة بالكيفية المتقدم ذكرها يمكن رسم الخطوط الاخرى بغاية السهولة بالطريقة الآتية وهي أن نفرض في (الشكل ١٧) أن الخطوط

٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣

تكون قد رسمت على سطح البسيطة بالطريقة المذكورة في المادة (٤٤) فلرسم الخطوط الاخرى نرسم الخط (ل ن) موازيا لخط (٩ م) ثم نجعل نقطة تقاطعه (ب) بالخط (٣) مبدأً وتأخذ عليه منها

بعد ب ح = ح ب ح

وبعد ب ص = ص ب ص

وبعد ب هـ = هـ ب هـ

فتكون النقط ح د هـ نقطة من فقط خطوط الساعات ٤ و ٥ و ٦ فبوصلها بالمركز (م) واجراء كل هـ هذه العملية في الجهة الاخرى من المركز المذكور نجد الخطوط الباقية المطلوبة وهي

(٤٢) و (٥٢) و (٦٢) و (٨٢) و (٧٢) و (٦٢)

وحيث ان خطي (٦ م و ٦ م) هما على استقامة واحدة عمودية على نصف النهار فوجودهما بهذه الحالة بعد العماية يكون دليلا على صحتها

وللبرهنة على ما تقدم نقول ان الخط (ل ن) الذي رسمناه بالكيفية المذكورة يمكن اعتباره أثرا أفقيا لسطح مواز للسطح (٩ م) وأما هذا السطح (٩ م) فاذا كان بينه وبين السطح (٣ م) ست ساعات يكون عموديا عليه فالسطح الذي أثره (ل ن) عمودى أيضا على (٣ م) وعلى ذلك فجميع الفصول المشتركة بين سطوح ساعات البسيطة وهذا السطح (ل ن) موازية للمرقم بحيث تكون الاثار الافقية لتلك الفصول موجودة على الخط (ل ن) واذا كان من الواضح أن كل اثنين منها متناظران بالنسبة للنقطة (ب) فاذا أخذنا بعد (ب ح = ح ب ح) وبعد (ب د = د ب د)

وبعد

وأما خطوط الساعات الأخرى ٣ و ٤ و ٥ فلتعيينها نرسم من نقطة البسيطة الاستوائية الدالة على هذه الأعداد سطوحاً موازية لسطح نصف النهار فكل واحد من هذه السطوح يقطع سطحاً من سطوح ساعات البسيطة الأفقية على خط مستقيم مواز للمرقم والآثار الأفقية لجميع هذه الخطوط أى الفصول المشتركة بين السطوح المذكورة تكون هي النقطة التي يربما ظل المرقم في الساعات المقابلة لكل واحد من تلك السطوح فإذا عينا هذه الآثار ووصلنا بينها وبين مركز البسيطة م بخطوط مستقيمة نكون قد رسمنا خطوط الساعات المطلوبة ولاجل ذلك يلزمنا ابتداء تعيين المساط الأفقية للفصول المشتركة المتقدم ذكرها فنقول

حيث أن السطوح التي نريد رسمها هي موازية لسطح نصف النهار وبالضرورة عمودية على الأفق يلزم أن تمر أثارها من نقط الساعات المعلومة وتصير موازية جميعها لنصف النهار (ع م) فتكون هذه الآثار هي المساط الأفقية للفصول المشتركة لأن السطوح المذكورة هي عبارة عن السطوح المسقطية لتلك الفصول المشتركة وحيث أننا طبقنا البسيطة الاستوائية على سطح الأفق فإذا رسمنا من نقطة محيطها ٣ و ٤ و ٥ الخطوط ٣٣ و ٤٤ و ٥٥ موازية لنصف النهار (ع م) تكون هذه الخطوط هي المساط الأفقية للفصول المشتركة وأما مساقطها الرأسية فيخت كانت تمر من المساط العمودية لنقط ساعات البسيطة الاستوائية وكانت موازية لمسقط المرقم فإذا أنزلنا من النقط ٣ و ٤ و ٥ خطوطاً عمودية على خط الأرض (ع م) ثم نقلنا مواقعها على خط (ع ب) بواسطة أقواس دوائر نجد النقط ٣ و ٤ و ٥ التي هي عبارة عن المساط العمودية لنقط ساعات البسيطة الاستوائية وإذا رسمنا منها خطوطاً موازية للمرقم (ب م) نجد المساط العمودية للفصول المشتركة وإذا كان كل واحد من المساط المذكورة يقطع خط الأرض في نقطة معلومة فإذا رسمنا من تلك النقط خطوطاً عمودية على خط الأرض المذكور فإنها تقطع الخطوط ٣٣ و ٤٤ و ٥٥ في النقط ٣ و ٤ و ٥ وتكون هي الآثار الأفقية المطلوبة لتلك الفصول المشتركة وإذا رسمنا بعد ذلك من النقط ٩ و ٨ و ٧ خطوطاً موازية لنصف النهار ومددنا الأعمدة المتقدم ذكرها إلى جهة هذه النقط تحدث النقط ٩ و ٨ و ٧ التي هي الآثار الأفقية المقابلة لنقط الساعات ٩ و ٨ و ٧ فبوصل جميع هذه الآثار الستة بالمركز (م) نجد الخطوط

مع (م ع) زاوية مساوية لعرض البلد فيكون (م ب) هو مرقم البسيطة وإذا أقنا عليه العمود (ب ح) من النقطة (ب) يتلاقى هذا العمود مع نصف النهار في (ع) ويرسم (ف ف) عموديا على نصف النهار المذكور من النقطة (ع) يكون هذا العمود هو معدل النهار ثم لتجعل نقطة (ح) مركزا وترسم القوس (ب ب) من جهة يسارها حتى لا يخرج ذلك القوس عن حدود المستطيل فتجد النقطة (ب) التي هي مركز البسيطة الاستوائية وترسم من هذه النقطة نصف دائرة بحيث لا يخرج عن المستطيل ونقسم محيطها الى اثني عشر جزءاً ونصل من المركز (ب) الى نقط التقاسيم بخطوط مستقيمة ونعدها الى أن تلاقى معدل النهار فإذا وصلنا نقط التلاقى هذه بمركز البسيطة (م) نجد خطوط الساعات المطلوبة ولكن لما كانت نقط التلاقى لاتزيد عن ثلاث أو أربع كما يظهر من الشكل وكان الباقي بالضرورة يقع خارج المستطيل كان من المتعذر رسم أكثر من ثلاثة خطوط أو أربعة من خطوط الساعات مثل (م ٢) و (م ١) و (م ١١) و (م ١٠) فيلزم لأجل رسم باقي الخطوط استعمال إحدى النظريات الثلاثة الآتية

(النظرية الاولى)

(٤٥) قد أمكننا بالطريقة المذكورة في المادة السابقة رسم خطوط الساعات ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ (شكل ١٦) ولم يمكننا رسم الخطوط الباقية أى خطوط الساعات ٣ و ٤ و ٥ و ٦ ولا المقابلة لها ٩ و ٨ و ٧ و ٦ فللوصول على ذلك نقول

أما الخطان (م ٦ و م ٦) فلتعيينهما نلاحظ أن النقطتين (٦ و ٦) يدلان على موضعي الشمس البعيدين من نصف النهار بتسعين درجة فهما اذن متناظرتان على جانبي نصف النهار المذكور وموجودتان على الخط المرسوم من (م) موازيا لمعدل النهار (ف ف) فبناء على هذا اذا رسمنا من نقطة (م) مستقيما موازيا للمعدل المذكور يحدث خط مبين للساعتين المذكورتين (٦ و ٦) ولزيادة الايضاح نرجع الى الشكل السابق فنرى فيه خط الساعات (٦ و ٦) للبسيطة الاستوائية يقطع معدل النهار فيما لانهاية له فبقتضى هذا يلزم أن خط البسيطة الافقية المقابل لذلك الخط يقطع معدل النهار فيما لانهاية له أيضا أعني أن يكون موازيا له

واما

المختصين المظلمين المرسومين في يومى الانقلابين يمكن الاكتفاء في هاتين الحالتين برسم أقسام خطوط الساعات الواقعة بين المختصين المذكورين وسنذكر كيفية ذلك بعد

(في كيفية وضع الأرقام)

ان خط نصف نهار البسيطة يدل على الساعة ١٢ أو الساعة صفر كما تقدم ذلك في المادة (٣١) وأما أرقام الخطوط الأخرى فتوضع عليها بالابتداء من خط الزوال بحيث تكون متزايدة في الجهة الشمالية من اليسار الى اليمين أى بعكس حركة الشمس

(في اجراء الرسم المذكور بطريقة أخرى)

(٤٣) ان انشاء البسيطة الأفقية بالكيفية المتقدمة ذكرها أى باستعمال سطح المساقط الرأسية يستلزم أن يكون سطحها ذا عرض وطول عظيمين فلذلك ينبغي لنا أن نذكر طريقة أخرى وهى أن ندور الشاخص أو المرقم حول مسقطه الأفقى (م) حتى ينطبق على سطح البسيطة ولاجل ذلك نقيم من نقطة (ن) على خط (م ع) العمود (ن ب) مساويا لطول الشاخص المفروض فى (ن) وحيث اتينا لو وصلنا نقطتى (ب) و (م) بخط مستقيم نجد موضع المرقم على السطح الأفقى ويصنع مع (م) زاوية مساوية لعرض البلد فاذا رسمنا من (ب) خطا يصنع مع (م) زاوية تعادل تمام عرض البلد المذكور يكون هذا الخط عموديا على اتجاه المستقيم (ب م) الذى لم يرسم ويقطع (ب م) فى نقطة (ع) ويجعل هذه النقطة مركزا ورسم قوس دائرة على عین النقطة (ع) ينصف قطر مساو للطول (ب ع) نجد النقطة (ب) فبعد ذلك نقيم فى نقطة (ع) عمودا على نصف النهار يكون هو معدل النهار ونرسم نصف دائرة من (ب) ونجربى تقسيم محيطها ونتم العمل كما تقدم ذكره

(في كيفية الرسم على سطح محدود بدون خروج عنه)

(٤٤) يمكن بالطريقة المتقدمة ان نرسم البسيطة الأفقية على سطح محدود ولكن لايتأتى ذلك فى جميع السطوح بل فى بعضها دون البعض الآخر مثل المستطيل المفروض فى (شكل ١٦) فلهذا رأينا أن نذكر طريقة بها يمكن الرسم على أى سطح محدود ونذكر معها ثلاث نظريات مهمة

ليكن (م) مركز البسيطة و (م ع) نصف نهارها ولنرسم خط (م ب) بحيث يصنع

فبناءً عليه وعلى ما تقدم في مادة (٣١) إذا أردنا توليد البسيطة الأفقية من البسيطة الاستوائية بتعيين الآثار الأفقية للسطوح السويعية أى خطوط الساعات يلزمنا أن ندور سطح الاستواء حول معدل النهار (ع ح) المذكور حتى ينطبق على الأفق ثم نرسم عليه بسيطة استوائية ونعد خطوط ساعاتها إلى أن تلاقى معدل النهار فتكون نقط هذا التلاقى جميعها نقاطاً من الآثار الأفقية للسطوح السويعية وحيث أننا نعلم نقطة مشتركة بين جميع الآثار المذكورة وهى نقطة (م) التى هى مركز البسيطة فإذا وصلنا هذه النقطة إلى جميع النقاط الأخرى نكون قد رسمنا خطوط الساعات المطلوبة

(فى كيفية العمل)

كيفية تدوير سطح الاستواء المار ذكره هى أن نرسم قوس دائرة (ب د) من النقطة (ع) بنصف قطر يساوى البعد (ع ب) ثم ننزل من نقطة (د) العمود (د ب) على نصف النهار فيلحقه فى النقطة (ب) التى تكون موضعاً لرأس الشاخص الذى فى (ق) حينما يدور سطح الاستواء حول معدل النهار وينطبق على سطح الأفق ثم من نقطة (ب) نرسم نصف الدائرة (٦ ع ٦) بنصف قطر حيثما اتفق ونقسم محيطها بالابتداء من النقطة (ع) إلى اثني عشر قسماً متساوية فيكون كل قسم خمس عشرة درجة ثم نصل من نقط التقاسيم إلى مركز نصف الدائرة بخطوط مستقيمة ونعدها إلى أن تقطع معدل النهار فى النقاط ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣ ثم نصل هذه النقاط بمركز البسيطة (م) فتحدث خطوط الساعات المطلوب رسمها

(فى تحديد أطوال خطوط الساعات)

أن أطوال خطوط الساعات تتعلق بنوع المرى المستعمل فى البسيطة وقد بينا أنواعه فى مادتي (٨) و (٢٤) فإذا استعملنا ظل المرقم أى ظل الضلع (ب م) من المثلث (م ق ب) فهما كان مقدار هذا الظل فإنه يرد دائماً من مركز البسيطة (م) ويمتد على اتجاه خط مستقيم فى هذه الحالة يمكن أخذ خطوط الساعات على أى بعد كان من النقطة (م) هذا إذا استعملنا مرقاً وأما إذا استعملنا شاخصاً عمودياً أو لوحة مثقوبة بحيث أن ظل رأس الشاخص أو الضوء المار من الثقب لا يقع خارجاً عن

فبعد اتمام هذا الحساب ولانشاء البسيطة المذكورة في أى محل كان من الاستانة العلية يتبدأ بتعيين نصف النهار ويرسم على سطح البسيطة ثم يرسم خط عمودى عليه فى السطح المذكور فيكون هذا العمود هو المحور الاكبر للقطع الناقص ثم يؤخذ هذان الخطان محورين للاحداثيات فيصير تعيين الفضلات (س) على المحور الاصغر والمرتبات (ع) على المحور الاكبر وأما كيفية حساب مقادير الفضلات والمرتبات فهى أن نقيس طول نصف المحور الاكبر بالذراع مثلا ونضرب أرقام الجدول فى قيمته فتكون قد حوت تلك الأرقام الى أذرع فنأخذ بواسطة هذا المقياس جميع المقادير اللازمة أخذها على المحورين حتى تعين جميع نقط الساعات فنرسم بعد ذلك القطع الناقص ونقط المرقم الواقعة على محوره الاصغر

(فى انشاء البسيطة الافقية الثابتة فى محل أو غير الثابتة فيه بواسطة

مرقم ثابت أو شاخص عمودى أولوحة مثقوبة ثابتين)

(٤٢) لترسم نصف النهار (ب م) (شكل ١٥) على السطح المراد انشاء البسيطة عليه فإذا فرضنا نقطة (م) الاثر الافقى للمرقم فتسمى هذه النقطة مركز البسيطة ولنأخذ للمسايط الرأسية سطحا يكون موازيا لسطح نصف النهار وليكن (م) المسقط الرأسى لنقطة (م) فإذا رسمنا الزاوية (ب م ن) على الخط الافقى (م ن) مساوية لعرض البلد ثم مينا نقطة (ب) التى هى المسقط الرأسى لرأس مرقم البسيطة يكون خط (ب م) المسقط الرأسى للمرقم المذكور ويكون (ن م) مسقطه الافقى

واذ قد فرضنا مركز البسيطة فى (م) فن البدهى انه يمكن بيان الساعات اما بواسطة ظل المرقم (ب م) واما بواسطة ظل رأس الشاخص العمودى فى نقطة (ن) وطوله يعادل (ب ن) واما بواسطة الضوء المار بقب لوحة موضوعة على رأس الشاخص المذكور فاية طريقة كانت من هذه الطرق الثلاث يمكن استعمالها اذا رسمنا سطحا عموديا على المرقم (ب م) فهذا السطح يكون ضرورة عموديا على سطح المسايط الرأسية ويكون اذن أثره الرأسى (ب ح) عموديا على (ب م) وأثره الافقى (ح ع) عموديا على خط الارض (م ن) ولما كان السطح المذكور بالنظر لموضعه عبارة عن سطح الاستواء فلاجل ذلك يسمى أثره الافقى (ح ع) بمعدل النهار لان يوم تساوى الليل بالنهار يمر ظل رأس الشاخص على الخط المذكور من الصباح الى المساء بدون انحراف ما

بالنسبة لاول كل شهر وللانقلابين ثم تحل القوانين المذكورة فتعلم الفضلات (س)
والمرتبات (ع) والابعاد المركزية ودونك جدولا يشتمل على نتيجة هذه العملية
نقط الساعات فضلاتها (س) مرتباتها (ع)

١٢	٠,٦٥٦١٢	٠,٠٠٠٠٠
١	٠,٦٣٣٧٦	٠,٢٥٨٨٢
٢	٠,٥٦٨٢٢	٠,٥٠٠٠٠
٣	٠,٤٦٣٩٥	٠,٧٠٧١١
٤	٠,٣٢٨٠٦	٠,٨٦٦٠٣
٥	٠,١٦٩٨٢	٠,٩٦٥٩٤
٦	٠,٠٠٠٠٠	١,٠٠٠٠٠

الاشهر	أيامها	ابعاد موقع الشاخص عن النقطة المركزية
مارث	١	٠,٣٥٦٣—
نيسان	١	٠,١٢٢٨١+
مايس	١	٠,٢٥٢٧٣+
حزيران	١	٠,٣٢٤٢٣+
تموز	١	٠,٣٠١٤٥+
اغستوس	١	٠,١٩٥٦٥+
ايلول	١	٠,٠٤٧٥٨+
تشرين الاول	١	٠,١٠٥٧١—
تشرين الثاني	١	٠,٢٤٧٠١—
كانون الاول	١	٠,٣٢٣٤٦—
كانون الثاني	١	٠,٢٩٨١١—
شباط	١	٠,١٨١١٦—
مارث	٨	٠,٠٠٠٠٠
حزيران	٩	٠,٣٢٧٤٦+
ايلول	١٠	٠,٠٠٠٠٠
كانون الاول	٩	٠,٣٢٧٤٦—

فبعد

هذا ودونك جدولاً يشمل ميول الشمس المقابلة لأوائل أشهر سنة ١٢٨٠ من السنة المالية العثمانية وكذا الأيام التي توجد فيها الشمس في الانقلابين مع ميولها وقتئذ فيمكن استعمال هذا الجدول لاية سنة كانت

سنة ١٢٨٠	الايام	الميل الشمسي	ثانيه دقيقه درجه	
مارث	١	١٢-	٤٢	٢
نيسان	١	٣٣+	١٤	٩
مايس	١	٥٦+	٣٠	١٨
حزيران	١	٢+	١٥	٢٣
تموز	١	٢٧+	٤٦	٢١
اغسطس	١	٤+	٣٢	١٤
ايلول	١	٢٨+	٣٦	٣
تشرين الاول	١	٢-	٥٨	٧
تشرين الثاني	١	٢٦-	٧	١٨
كانون الاول	١	٤-	١٢	٢٣
كانون الثاني	١	١٩-	٣٣	٢١
شباط	١	٥٥-	٢٩	٣
مارث	٨	٠٠	٠٠	٠٠
فصل الربيع				
حزيران	٩	٢٥+	٢٧	٢٣
فصل الصيف				
ايلول	١٠	٠٠	٠٠	٠٠
فصل الخريف				
كانون الاول	٩	٢٥-	٢٧	٢٣
فصل الشتاء				

(في الابعاد التي يلزم أخذها لرسم البسيطة الافقية في الاستانة العالية)
 (٤١) الابعاد التي يلزم أخذها لرسم البسيطة المذكورة في الاستانة العالية يمكن استخراجها من القوانين السابقة وذلك بأن يفرض فيها نصف قطر البسيطة الاستوائية أو نصف المحور الاكبر للقطع الناقص مساوياً للواحد أعني أن $(r=1)$
 ويفرض عرض المحل $١٦^\circ ٤١'$ ويؤخذ ميل الشمس من الجدول المتقدم ذكره

لنفرض الشمس في الانقلاب الصيفي فالنقطة المتعلقة بذلك اليوم تكون (ب) ويكون مسقطها الأفقي (ب⁻) وبعده من المركز (م⁻ ب⁻) فلتعيين هذا البعد نقول انه يساوى البعد (ل م) الذى هو عبارة عن مسقط (م ب) أما (م ب) هذا فيعلم من المثلث (ع م ب) القائم الزاوية الذى زاويته (ب ع م) تساوى ميل الشمس وضلعه (ع م) يساوى (ر) لانه نصف قطر البسيطة الاستوائية فيحدث

$$م ب = ر \text{ مماس (ميل الشمس)}$$

واذا اعتبرنا المثلث (ب م ل) نجد (ل م) لان

$$ل م = م ب \times \text{تمام جيب (عرض البلد)}$$

فبوضع قيمة (م ب) يحدث

$$ل م \text{ أعنى } م ب = ر \text{ مماس (الميل) تمام جيب (العرض)}$$

وهو المطلوب

ويعلم مما تقدم أنه يمكن في أول كل شهر أو كل جمعة تعيين الأبعاد المذكورة ولأجل ذلك يكتفى معرفة ميل الشمس المقابل لليوم المفروض ولكن يلزم التنبيه الى كون الميل المذكور شماليا أو جنوبيا فان كان شماليا يكون البعد موجبا فيؤخذ على الاتجاه (ب⁻ م) وان كان جنوبيا توضع علامة (-) امام مماس الميل فيكون البعد المذكور سالبا ويؤخذ على الاتجاه (م⁻ ب⁻) :

أما زاوية (ع م ل) فهي مكملية للزاوية (و م ل) أو (ب م ل) أعني أنها مكملية لعارض المحل ومن المعلوم ان تمام جيب مكملية أى زاوية يعادل جيب هذه الزاوية فتؤول المعادلة الاخيرة الى هاته

$$س = ر \text{ جيب (العرض)}$$

وهو المطلوب

ولايجاد س يقال حيث انه يوجد في المثلث (م ا ن)

$$\frac{ن}{م} = \text{تمام جيب (مكملية العرض)}$$

أعني أن

$$\frac{س}{م} = \text{جيب العرض}$$

وقد علمنا من المادة (٣٨) السابقة ان $م = ص = ر$ تمام جيب ١٥° فبالتعويض توّل تلك المعادلة الى اخرى بهذه الصورة

$$س = ر = \text{تمام جيب } ١٥^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

وبهذه الطريقة يكون

$$س' = ر = \text{تمام جيب } ٣٠^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

$$س'' = ر = \text{تمام جيب } ٤٥^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

$$س''' = ر = \text{تمام جيب } ٦٠^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

$$س'''' = ر = \text{تمام جيب } ٧٥^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

فنجذ بواسطة هذه القوانين الفضلات المطلوبة وبذلك نكون عينا مرتبات وفضلات نقط الساعات فيمكن تعيينها هي أيضا

(في تعيين الابعاد من المركز على المحور الاصغر للنقط المتعلقة بأيام مختلفة)

(٤٠) قد قلنا في مادي (٣٤) و (٣٥) ان النقط التي يلزم وضع شاخص البسيطة عليها في أيام مختلفة موجودة على المرقم ما بين نقطتي (ب) و (ح) (شكل ١٣) فيمكن ايجاد المساقط الافقية لتلك النقط بمجرد الحساب وذلك بان نبحث عن ابعاد المساقط المذكورة من مركز القطع الناقص

وهي

١ م و ٢ م و ٣ م و وهكذا

نرمز لها بالحروف ص وصّ وصّ و وهكذا فنجد في المثلثات المتقدم ذكرها

 $\text{ص} = \text{ص} \text{ تمام جيب } ١٥^\circ$ $\text{ص} = \text{ص} \text{ تمام جيب } ٣٠^\circ$ $\text{ص} = \text{ص} \text{ تمام جيب } ٤٥^\circ$ $\text{ص} = \text{ص} \text{ تمام جيب } ٦٠^\circ$ $\text{ص} = \text{ص} \text{ تمام جيب } ٧٥^\circ$ $\text{ص} = \text{ص} \text{ تمام جيب } ٩٠^\circ$

وعما سبق يمكن تعيين نقطة ساعات البسيطة الاستوائية وأما نقط ساعات البسيطة الأفقية فقد ذكرنا كيفية تعيين مرتباتها وسنمين فضلاتها في المادة الآتية

(في تعيين النضلات س)

(٣٩) فضلات نقط ساعات القطع الناقص هي

(١٢ م) و (م ن) و (م ف) و وهكذا

ولنرمز لها بالحروف

س و سّ و سّ و سّ و وهلم جرا

فحيث انها مساوية للابعاد

(م ل) و (م ن) و (م ف) و وهكذا

اذ خط (م ل) مواز لخط (م ١٢) يمكن تعيينها بواسطة المثلثات

(م ح ل) و (م آ ن) و (م ٢ ف) و وهكذا

ففي المثلث (م ح ل) مثلا نجد

$$\frac{\text{م ل}}{\text{م ح}} = \text{تمام جيب (ح م ل)}$$

أعني أن

$$\frac{\text{س}}{\text{ص}} = \text{تمام جيب (ح م ل)}$$

واما

بالحروف

ع و ع' و ع'' و ع''' و وهكذا

فيث ان

$$10^\circ = (\text{ع م } 1)$$

$$10^\circ \times 2 = (\text{ع م } 2)$$

$$10^\circ \times 3 = (\text{ع م } 3)$$

.....

.....

$$10^\circ \times 6 = (\text{ع م } 6)$$

يكون في المثلثات (١ م ١) و (٢ م ٢) و ... وهكذا

$$10^\circ = \text{ع ر جيب } 10$$

$$20^\circ = \text{ع' ر جيب } 30$$

$$30^\circ = \text{ع'' ر جيب } 45$$

$$45^\circ = \text{ع''' ر جيب } 60$$

$$60^\circ = \text{ع'''' ر جيب } 75$$

$$75^\circ = \text{ع''''' ر جيب } 90$$

فبواسطة هذه القوانين يمكن تعيين الاعددة المذكورة وهي مراتب النقط

١ و ٢ و ٣ و ٤ و وهكذا

بالنسبة للمحورين (ع م) و (٢ م) وبذلك تتعين أيضا مراتب النقط

١ و ٢ و ٣ و ٤ و وهكذا

بالنسبة لمحورى القطع الناقص اذ تقدم ان

$$11^\circ = \text{ن } 1 \text{ و } 22^\circ = \text{ن } 2 \text{ و وهكذا}$$

واذا اريد تعيين فضلات النقط

١ و ٢ و ٣ و ٤ و وهكذا

يكون سطحه موازيا للافق وضلعه (ب د) في السطح الرأسى المار بالخط (ب ح)
 أى فى سطح نصف نهار المحل ثم يؤخذ شاخص مثل (ل) فى رأسه حلقة يمكن
 تحريكها على الضلع (ب د) النافذ فيها

فلاستعمال هذا الشاخص على هذه الصورة يحرك الى أن يقع طرفه الاسفل على نقطة
 الخط (ب ح) المقابلة لليوم المطلوب اجراء العمل فيه أولبده الاسبوع أو الشهر
 على حسب ما يقتضيه تعيين النقط التى بين (ب) و (ح) ثم يرصد ظله على محيط
 القطع الناقص فيعلم الوقت المطلوب

هذا ويوجد فى مدينة ديثون من بلاد فرنسا بسيطة من هذا النوع موضوعة فى محل
 مستدير ونقط الساعات مبنية فيها بنقط منحوتة فى الحجر الا أنه لا يوجد فيها شاخص
 مثل الشاخص المتقدم ذكره بل يحى من يريد معرفة الوقت فيضع نفسه على نقطة
 نصف نهارها المقابلة لليوم الذى هو فيه ويدير وجهه الى جهة الشمال فيقع ظله على
 محيط البسيطة فى نقطة تدل على الوقت ولا يخفى ما يترتب على العمل بهذه الكيفية
 من التعمين وعدم الضبط

الطريقة الثانية

(فى كيفية رسم البسيطة الافقية بطريق الحساب)

(٣٧) لما كانت الطريقة المتقدم ذكرها تستلزم عمليات رسم طويلة على سطح الارض
 ولا يخفى ما فى ذلك من الصعوبات العديدة ولا سيما اذا كان قطر البسيطة الاستوائية من
 خمسة أذرع الى ستة ناسب أن نذكر طريقة اخرى حساية محضة بأن نبحت عن فضلات
 ومرتببات نقط الساعات بالنسبة الى محورى القطع الناقص فنعتبر الفضلات (س) على
 المحور الاعظم والمرببات (ع) على الاصغر وبعد ذلك يمكن تعيين جميع النقط المذكورة
 بقاية السهولة كما هو معلوم وذلك مهما كان عرض البلد وعظم البسيطة

(فى تعيين المرتببات ع)

(٣٨) لنفرض لاجل الاختصار نصف قطر دائرة البسيطة الاستوائية (م ح = ن)

(شكل ١٣)

وزمن للاعمدة

١١ و ٢٢ و ٣٣ و ٤٤ و و ٦٦

بالحروف

محدثه (ب ب) ويمر بجميع نقط ساعات البسيطة فيمكن بواسطته معرفة أى وقت كان من ذلك اليوم ولكن لا يمكن ذلك فى اليوم التالى لان ميل الشمس يكون قد تغير فيجب حينئذ استعمال مرقم آخر يمر بالنقطة المقابلة لليوم المذكور والعلّة فى ذلك أن الشمس بتغير ميلها تنزل تحت نقطة (ط) فظل نقطة (ب) يقع خارجا عن دائرة البسيطة الاستوائية بحيث لو استعمل يومها ظل الخط (ب ب) لنشأ عن ذلك خطأ ظاهر فلهذا السبب يلزم تعيين جميع النقط التى بين (ب) و (هـ) لجميع أيام السنة فيوضع المرقم كل يوم على النقطة المقابلة ٤

(ملحوظات)

(٣٥) نحن وان قلنا يلزم تعيين جميع النقط المقابلة لأيام السنة كلها الا أن ذلك يصعب فى العمل اذ البعد (ب ح) صغير بالنسبة لعدد النقط اللازم تعيينها حيث ان نقط نصف السنة لا ينقص عددها عن مائة وثلاثة وعشرين فتكاد يختلط بعضها ببعض

ولهذا السبب يكتفى فى العمل بتعيين النقط المقابلة لاثلاثين الشهر أو لانصافها وفى بعض الاحيان لاثلاثين الاسابيع ولكن فى هذه الحالة يلزم أن قطر البسيطة الاستوائية أى محور القطع الناقص الاكبر يكون من ثلاثة أذرع الى ستة فلاجل تعيين النقط المقابلة لاثلاثين الاشهر مثلا تؤخذ ميول الشمس بالنسبة لاثلاثين الاشهر الرومية وعلى حسب كونها شمالية أو جنوبية تؤخذ أقواس مساوية لها من فوق النقطة (ح) أو من تحتها كما تقدم ثم يوصل رأس كل قوس بمركز الدائرة ويرسم من نقطة (ح) خط مواز للخط الواصل فيقطع المرقم فى النقطة المطلوبة فتبين المساط الأفقية لجميع النقط الموجودة بهذه الكيفية وبالتأشير على كل منها باسم الشهر المتعلقة به يتم المقصود

(فى كيفية وضع الشاخص العمودى وكيفية استعماله)

(٣٦) يلزم وضع الشاخص المذكور على البسيطة الأفقية بحيث يتحرك فى ظرف ستة أشهر من النقطة (ب) الى النقطة (ح) (شكل ١٤) وفى ظرف الاشهر الستة الأخرى من (ح) الى (ب) وللاجل ذلك يوضع مثلث مثل (ب هـ د)

منطقة البروج وحيث ان ظل المرقم في الوقت المفروض يكون على الخط (م ع) وعلى محيط دائرة البسيطة أيضا فهو اذن على نقطة تقاطعهما (ع) وبوصل هذه النقطة بموضع الشمس بأن نرسم خط (ع ب) موازيا لاتجاه دائرة البروج (ط ط) اذ نقطة (ط) على قبة السماء أى على بعد لا نهاية له نجد أن النقطة (ب) التي يتلاقى فيها هذا الخط (ع ب) بالمرقم هي النقطة التي تحدث الظل الواقع على (ع) في اليوم المفروض أى هي احدى النقطتين المطلوبتين

وكذلك اذا فرضنا أن الشمس في الانقلاب الشتوى وقت الزوال وفصلنا قوس (ع ق) مساويا لميلها الجنوبي الكلى فنجد موضعها في (ق) وبوصل (ق م) ونرسم (ع ح) موازيا له يقطع المرقم في نقطة (ح) وهي النقطة التي تحدث الظل المار على المحيط في اليوم المفروض وهي النقطة الثانية المطلوبة

ويظهر مما ذكر أنه اذا أريد تعيين النقطة المحدثة للظل المار بالمحيط في أى يوم كان ماعدا يومى الانقلابين يلزم أخذ ميل الشمس الجزئى لذلك اليوم فان كان شماليا يفصل قوس مساو له من فوق النقطة (ع) وان كان جنوبيا يفصل القوس من تحت هذه النقطة ثم يوصل رأس القوس بالمركز (م) ويرسم من نقطة (ع) خط مواز للخط الواصل فيلاقى المرقم في النقطة المطلوبة

واذا أريد تعيين المساقط الانقيصة لهاتين النقطتين (ب) و (ح) وما شا كلهما يكفي أن ينزل منها أعمدة على الخط (ك ك) فتكون مواقع هذه الأعمدة هي المساقط المذكورة وبذلك تكون (ب) و (ح) مسقطى نقطتى (ب) و (ح) وحيث ان نقط المرقم المحدثة للظل المار على محيط الدائرة محصورة بين نقطتى (ب) و (ح) كما قلنا فمساقط تلك النقط تكون محصورة أيضا بين المسقطين (ب) و (ح)

لنفرض انه صار تعيين جميع هذه النقط بفرض الشمس في الانقلاب الصيفى اذا رسمنا في أى وقت من ذلك اليوم سطحا يمر بها وبالخط المسقطى (ب ب) فيلاقى محيط البسيطة الاستوائية في نقطة تدل على الوقت المفروض وحيث ان هذا السطح عمودى على السطح الافقى فآثره عليه يمر بأثر الخط (ب ب) أى بالنقطة (ب) بحيث لو كان هذا الخط مجسما لدل ظله المار بنقطة (ب) المذكورة على الوقت المفروض وبالجملة فحيث ان الاثر الافقى للسطح المار بالخط (ب ب) أى ظل هذا الخط يتبع حركة الشمس ففي أثناء ما ترسم الشمس دائرة يومية يدور الظل المذكور دورة واحدة حول

وأخذنا عليها من الجهتين الابعاد

١١ = ف ١ = ١١ و ٢٢ = ف ٢ = ١٠ و وهكذا

تكون هذه الابعاد هي المساط الافقية للخطوط المذكورة وتكون اذن النقط

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢

المساطر الافقية لنقط الساعات المطلوبة وبوصلها بخط مستمر يحدث قطع ناقص يكون

المسقط الافقى لخط الاستواء اذ من المعلوم أن مسقط كل دائرة مائلة على سطح أفقى

يكون قطعاً ناقصاً وقد بحثنا عن ابعاد هذا المنحنى بالنسبة للاستانة العليا فوجدنا

أن محوره الاصغر يكون (على فرض مساواة المحور الاكبر لواحد) مساوياً

١٢٠٦٥٠٠. وسنتم الكلام على هذه البسيطة في المواد الآتية

(في بيان نقط المرقم التى ظلالها تدور على محيط دائرة البسيطة الاستوائية)

(٣٤) متى كانت البسيطة الاستوائية على هيئتها الاصلية فانها تدل على الاوقات

بواسطة ظلال مرقمها الذى على استقامة محور العالم ولكن اذا أسقطت على سطح

أفقى نجد أن مرقمها يسقط على الخط (ك ك) فيلزم حينئذ وضع مرقم آخر على

هذا الخط بحيث تمر ظلاله بنقط الساعات المرسومة على القطع الناقص المتقدم ذكره

فيستدل به على الاوقات المطلوبة وقبل الكلام على كيفية وضع هذا المرقم يلزمنا أن

نلاحظ أن الشمس برسمها دائرة حول مرقم البسيطة الاستوائية في أربع وعشرين

ساعة نرى أن كل نقطة من هذا المرقم ترسم فى تلك المدة دائرة على أى سطح يرسم

عمودياً على المرقم المذكور فعلى ذلك لو اعتبرنا نقطة الظل التى ترسم محيط البسيطة

الاستوائية فى يوم ما ووصلناها بمركز الشمس لكان الخط الواصل يلاقى المرقم فى

النقطة المحدثه لنقطة الظل المفروضة وبمراقبة هذه النقطة فى اليوم التالى وبفرض

الشمس تتقارب من جهة الشمال نرى النقطة قد قربت من مركز دائرة البسيطة

ويكون الظل الذى يمر على محيط الدائرة ناشئاً عن نقطة أخرى من نقط المرقم

ويستفاد من ذلك أن نقط المرقم المحدثه للظل المعين للاوقات تختلف كل يوم من

الشمال الى الجنوب وجميعها واقعة بين نقطتين نهايتين يمكن تعيينهما بالكيفية

الآتية وهى أن نفرض أن الشمس فى الانقلاب الصيفى وقت الزوال فبأخذ قوس

(ح ط) (شكل ١٣) مساوياً لميلها الكلى الشمالى تكون نقطة (ط) موضعها

على قبة السماء واذا وصلنا هذه النقطة بالمركز (م) يحدث خط (ط ط) (يبين

لنفرض (ك ك) (شكل ١٣) مسقط نصف النهار على سطح أفقي ولناخذ محور المساقط (د و) موازيا للمسقط المذكور فإذا فرضنا شاخصا عموديا على السطح الأفقي في نقطة (م م) التي على الخط (ك ك) فسقطه الرأسى يكون (د م) والنقطة (م) تكون مسقط رأسه وبرسم المرقم (م و) من هذه النقطة ورسم (ع ح) عموديا عليه يكون الأول محور العالم والثاني خط الاستواء فبانشاء بسيطة استوائية على خط الاستواء هذا بالطريقة المذكورة في مادة (٣١) وباسقاطها على السطح الأفقي تحصل على البسيطة الأفقية المطلوبة ولأجل ذلك نبتدى بتعيين المساقط الرأسية لنقط ساعات البسيطة الاستوائية بأن نقول حيث ان الخط (ع ح) هو خط الزوال أى الفصل المشترك بين خط الاستواء ونصف النهار فإذا دورنا خط الاستواء حول هذا الفصل حتى يصير موازيا لسطح المساقط الرأسية يكون مسقطه الرأسى دائرة (ط ق ح ق) المرسومة من المركز (م م) بنصف قطر مساو للبعد (م ح) ولوقسمنا محيط هذه الدائرة بالابتداء من نقطة (ع ح) التي لم يتغير موضعها في أثناء التدوير الى أجزاء متساوية على خمس عشرة درجة ووضعنا الأرقام ١ و ٢ و ٣ و ٤ وهكذا على نقط التقاسيم تكون هذه النقط هي نقط ساعات البسيطة الاستوائية وبإعادة خط الاستواء الى موضعه الاصلى تتحرك هذه النقط على دوائر عمودية على السطح الرأسى بأنصاف أقطار مساوية للخطوط

(١١) و (٢٢) و (٣٣) و (٤٤) وهكذا

وحيث ان هذه الخطوط عند ما يرجع خط الاستواء الى موضعه تكون عمودية على محور المساقط الرأسية وموازية للسطح الأفقي فالنقط

١ و ٢ و ٣ و ٤ وهكذا

هي اذن المساقط الرأسية لنقط الساعات المتقدم ذكرها

وأما مساقطها الأفقية فتعلم بتعيين المساقط الأفقية للخطوط

(١١) و (٢٢) و (٣٣) و (٤٤) وهكذا

فلكون هذه الخطوط موازية للسطح الأفقي تكون مساقطها عليه مساوية لاطوالها الحقيقية ويتأ على ذلك اذا أنزلنا أعمدة على مسقط نصف النهار (ك ك) من النقط

١ و ٢ و ٣ و ٤ وهكذا

لهذين المقدارين قتين الساعات وأنصاف الساعات والعمل في ذلك أن نرسم دائرة تما على سطح البسيطة ونعين مايسمى خط الزوال (١٢) (١٢) وهو الفصل المشترك بين سطح الدائرة وبين السطح الرأسى المار بالمرقم وخط نصف النهار (هـ د) ثم نقسم محيط الدائرة الى أقواس متساوية على ١٥ و ٣٠ و ٧٠ بالابتداء من نقطة (١٢) ونضع أرقاماً على نقط التقسيم لتدل على الاوقات وكيفية وضعها أن يقال حيث ان الشمس تتحرك من اليمين الى اليسار فيتحرك ظل المرقم بعكس هذه الحركة أى من اليسار الى اليمين كما هو مبين في الشكل باتجاه السهم فعندما تصل الشمس الى نصف النهار يجيء ظل المرقم في النقطة (١٢) من جزء الدائرة الاسفل وبعد ذلك كلما مرت الشمس من سطح سويى يمر الظل على احدى نقط التقسيم التى على يسار النقطة (١٢) المذكورة فنضع حينئذ الارقام ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ وهلم جرا على هذه النقط فيعلم منها ساعة كل وقت

ومن المعلوم أن الشمس تكون مدة ستة شهور في جهة من خط الاستواء ومدة ستة شهور في الجهة الاخرى فعلى هذا لا يظهر ظل المرقم (م ل) على البسيطة الا مدة فصلى الربيع والصيف وأما مدة فصلى الخريف والشتاء فيحدث ظل للجزء (م ب) من المرقم على الجهة السفلى للبسيطة فلهذا السبب لابد من رسم دائرة على البسيطة من هذه الجهة مساوية للاولى ومنقسمة مثلها هذا وحيث ان الشمس توجد على خط الاستواء مدة يوم واحد فرعا يظن أن في ذلك اليوم لا يحدث ظل على البسيطة مطلقا لكن حيث ان قطرها أعظم جدا من سمك سطح البسيطة ففي اليوم المذكور يظهر للمرقم ظلال أحدهما فوق البسيطة والاخر تحتها

(في مزاي البساط الاستوائية)

(٣٢) أول مزية للبساط المذكورة هي أنها تصنع من معدن فيمكن استعمالها في أى محل كان ولكن في أثناء تركيبها يلزم غاية التأمل في وضع مرقها على استقامة محور العالم بالضبط وخطها الزوالى (١٢) (١٢) على نصف النهار ولها مزية أخرى مهمة وهي أن خطوط الساعات التى ترسم للبساط الاخرى تستنبط منها كما سترى

(في انشاء البسيطة الافقية بواسطة ظل شاخص رأسى غير ثابت)

(٣٣) اذا أسقطت بسيطة استوائية على سطح أفقى تحدث بسيطة أخرى تسمى بسيطة أفقية وتدترك الكلام عليها أكثر من كتب في هذا الفن

والظل الزوالى فى الانقلاب الشتوى

ض هـ = م هـ + مماس (العرض + الميل الكلى)

$$م هـ + ٢٠٩٣٠٠ =$$

ومسقط المرقم المار برأس الشاخص

هـ = م هـ + تمام مماس (العرض)

$$م هـ + ١٠٥٠٢٠ =$$

القسم الاول

(فى البسائط الزوالية)

(فى رسم البسائط على سطوح مستوية)

(٣٠) بعد رسم خط نصف النهار بالطرق المتقدم ذكرها وبعد معرفة عرض المحل يلزم وضع المرقم بحيث يكون فى مستو رأسى مع نصف النهار ويصنع معه زاوية مساوية للعرض المذكور ثم يتم العمل كما سيأتى بيانه هذا ولما كان من الممكن انشاء بسائط على سطوح مختلفة وبمواضع متنوعة رأينا لاجل السهولة ان نخص كل بسيطة باسم تعرف به وتميز عن سواها

الفصل الاول

(فى بيان البسيطة الاستوائية)

(٣١) البسيطة الاستوائية هى ما كان سطحها عموديا على المرقم أى موازيا لخط الاستواء

واذ كانت السطوح السويعية كلها تمر بالمرقم فجميعها عمودية على سطح البسيطة المذكورة وبسبب ذلك يمكن رسمها بغاية السهولة فانا لو فرضنا (هـ) نصف النهار (شكل ١٢) و (م) المرقم ورسمنا سطحاً عمودياً عليه فى نقطة (م) فيكون هذا السطح عمودياً على جميع السطوح السويعية ويقطعها على خطوط عمودية على المرقم فى النقطة المذكورة وتضع مع بعضها زوايا هى عين زوايا السطوح السويعية أى ٣٠ و ١٥ درجة لزوايا الصاعات و ٣٠ و ٧ لزوايا انصاف الصاعات كما تقدم وعلى هذا ذرسمنا على سطح البسيطة خطوطاً مارة من نقطة (م) وصانعة مع بعضها زوايا مساوية

لهذين

وفي الحالة الثانية يلزم أن يطرح من زاوية (ض م هـ) الزاوية (ض م ن) التي تساوي ٢٨° ٢٣' أيضا لانها عبارة عن ميل الشمس في يوم الانقلاب الشتوى وعلى ذلك يعلم عرض البلد يوم الانقلاب الصيفى باضافة ميل الشمس الاعظم الى الزاوية التي يصنعها الشاخص مع السماع المار برأسه ويوم الانقلاب الشتوى بطرحه منها

ويمكن أيضا استعمال هذه الطريقة في وقت الزوال من الايام الاخرى التي بين الانقلابين لايجاد عرض المحل ولاجل ذلك يؤخذ ميل الشمس من التقويمات أو يبحث عنه بطريقة اخرى فان كان شماليا يضم الى الزاوية المستخرجة بالحساب السابق ذكره وان كان جنوبيا يطرح منها وان اريد اجراء ذلك في وقت الزوال من يوم الاعتدال أى اليوم الذى يكون فيه الليل مساويا للنهار فلا حاجة لمعرفة ميل الشمس اذ في ذلك اليوم تكون الزاوية (ض م هـ) المقابلة للظل (ض هـ) مساوية للعرض المطلوب واعلم ان المتقدمين كانوا يستعملون طريقة الظل المذكورة لتحديد العروض الجغرافية المجهولة واذا كانت معلومة فكانوا يستعملونها لمعرفة ميل الشمس في كل يوم وان كان الميل معلوما أيضا فكانوا يستعملونها لمعرفة طول ظل الاشياء بدون رصدها ولهذه الحالة الاخيرة أهمية عظيمة في عمل البسائط فانه يعلم بها النسبة التي بين طول الشاخص وظله اذ لو كانت هذه النسبة مجهولة فرعا يعطى للشاخص ارتفاع زائد فظله يخرج في بعض الاحيان عن حد البسيطة

وقد استعملنا هذه الطريقة بالنسبة للاستانة العلية لحساب النسبة بين ارتفاع الشاخص الموضوع عموديا على الافق وبين ظله وقت الزوال في أيام وجود الشمس في الانقلابين وفي الاعتدالين فوجدنا ما يأتى

بقرض عرض الاستانة العلية ١٦° ٠' و ٤١° ٠' وميل الشمس الكلى ٢٥° ٢٧' و ٢٣° يكون الظل الزوالى في الانقلاب الصيفى

$$د هـ = م هـ + مماس (العرض - الميل الكلى)$$

$$= م هـ + ٣١٥٤٧$$

ثم الظل الزوالى بالنسبة لخط الاستواء

$$د هـ = م هـ + مماس (العرض)$$

$$= م هـ + ٨٦٩٤٣$$

خط زوال البسيطة ثم يحرك سطح البسيطة الى أن ترسم ابرة البرصلة انحرافها بالتقام
نقط زوال البسيطة يكون وقتها على استقامة خط نصف النهار المطلوب

(في تعيين العرض الجغرافي بواسطة الظل)

(٢٩) بعد رسم نصف النهار على سطح البسيطة يمكن تعيين عرض المحل بواسطة
الظل بدرجة كافية من الضبط وكيفية ذلك ان يقال ليكن (ض هـ) شكل (١١)
خط نصف النهار المرسوم بأحدى الطرق المتقدمة ذكرها و (هـ م) المسقط الرأسى
للساخن فاذا فرضنا ان الخط (م د) المار برأس الساخن المذكور هو محور
العالم فيصنع مع الافق زاوية (م هـ) تكون مساوية لعرض المحل المطلوب
ولترسم من المركز (م) دائرة ما وترسم (ع ح) عموديا على محور العالم (م هـ)
فيكون هو خط الاستواء ثم لترسم (ح ب) بحيث يصنع زاوية مقدارها ٢٨° و ٢٣°
مع الخط (ع ح) فالخط (ح ب) المذكور يكون هو دائرة البروج واذا رسمنا من
نقطتي (ح و ب) الخطين (ب ب و ح ح) موازيين للخط (ع ح) فهذان
الخطان يكونان هما الدائرتين اليوميتين للانقلابين أى المدارين ويرى من ذلك ان
ظل الساخن (م هـ) وقت الزوال في يوم الانقلاب الصيفي يكون (د هـ) وفي يوم
الانقلاب الشتوي يكون (ض هـ) وبناء على ذلك اذا قسنا هذين الظلين بالضبط نجد
في المثلث القائم الزاوية (م د هـ)

$$\frac{\text{م هـ}}{\text{م د}} = \text{مماس (هـ م د)}$$

وفي المثلث (ض م هـ)

$$\frac{\text{ض هـ}}{\text{م هـ}} = \text{مماس (هـ م ض)}$$

فبواسطة هذين القانونين يمكن تعيين الزاويتين (هـ م د) و (هـ م ض) وحيث
ان عرض البلد يساوى الزاوية

$$\text{س م ح} = \text{ن م هـ} = \text{ن م د} + \text{د م هـ}$$

أو الزاوية

$$\text{ض م هـ} - \text{ض م ن}$$

ففي الحالة الاولى يلزم أن يضاف الى زاوية (د م هـ) السابق تعيينها الزاوية (ن م د)
التي تساوى ٢٨° و ٢٣° لانها عبارة عن ميل الشمس الاعظم في يوم الانقلاب الصيفي

اليوم المراد اجراء العمل فيه ويطرح أحدهما من الآخر فتى وجدت الشمس على بعد من سطح نصف النهار بقدر الفاضل يعنى متى دلت الساعة الزوالية على هذا الفاضل يكون النجم وقتئذ في السطح المذكور ولكن حيث ان الفاضل المذكور هو عبارة عن ساعات نجمية فلزيادة الصحة في العمل يلزم تحويله الى ساعات شمسية وسطية وذلك بان يطرح من كل ساعة نجمية عشر ثوان واذا أريد الاختصار في العمل وعدم التعرض للحسابات المذكورة يمكن تعيين الوقت المطلوب باستعمال الشاقولين المار ذكرهما بحيث انهما يستران في آن واحد كلا من نجم الدب الاكبر المرموز له بالحرف اليوناني (إسايون) (شكل ١٠) ونجم ذات الكرسي المرموز له بحرف (غما) ونجم القطب فذلك الآن يكون وقت التوسط الاعلى أو الاسفل لهذا النجم نعم ان الكواكب الثلاثة ليست على استقامة واحدة بالضبط بل الخط الواصل من إسايون لغما ينحرف عن تلك الاستقامة بزواية قدرها ثمان دقائق الا ان هذا الفرق لا يحدث على البسيطة خطأ أعظم من $\frac{70 \times 8}{10} = 32$ ثانية زمانية وهو خطأ قلما يستشعر به بالنسبة للساعة الاعتيادية المستعملة وحينئذ يمكن اعتبار هذه العملية عارية عن الخطأ

(في كيفية تعيين نصف النهار بالبوصله)

(٢٨) ويمكن أيضا رسم نصف النهار بواسطة البوصله ولكن العمل بذلك يستلزم معرفة انحرافها ابتداء ولاجل ذلك ينبغي أن يكون مقدار نصف قطر دائرتها المنقسمة الى درجات كافيا حتى يمكن أن يعين عليها ارباع الدرجات بالاقل

ولا تستعمل البوصله في جميع الاحوال وذلك لان البسائط نوعان ثابتة وغير ثابتة أما الثابتة فهي التي تصنع لمحل معين وتثبت فيه ويحسن في هذه الحالة ان تكون كبيرة المقدار وأما غير الثابتة فهي التي لاتعمل لمكان معين بل تنقل من جهة الى اخرى ولسهولة ذلك ينبغي ان تكون صغيرة المقدار ففي النوع الاول لاتستعمل البوصله لان تعيين نصف النهار بهذه الطريقة يكون برسم خط مستقيم بواسطة حرف البوصله وحيث ان هذا الحرف صغير عادة فيلزم تمديد الخط المذكور ولا يخفى ما قد ينشأ عن ذلك من الخطأ وفي النوع الثاني يمكن استعمالها لان طول حرفها يكون كافيا لرسم نصف النهار ولاجل ذلك يوضع أولا سطح البسيطة افقيا ثم توضع عليه البوصله بحيث ان حرفها الموازي لخطها المعتمد أى للخط المين للشمال والجنوب يكون منطبقا على

هذا في تعيين المركز المطلوب كما يؤثر ذلك في تعيين مركز ظل الكرة المطلق كما تقدم
 ووجود رأس المخروط الشعاعي تحت البسيطة يتعلق بمقدار قطر النقب وارتفاع مركزه
 على سطحها أما القطر المذكور فيستخرج بنفس الطريقة التي ذكرناها بخصوص الكرة
 وهو يساوي قطرها فليراجع لعدم تكرار الكلام ولكن من حيث ان وجود شبه الظل
 وحده أسهل لتعيين النقطة المطلوبة كما رأى بعضهم من وجوده مع الشعاع المطلق
 فالأوفق ان يؤخذ ذلك القطر أصغر كثيرا من القطر الذي يستخرج بطريق الحساب
 (في تعيين نصف النهار بواسطة النجم القطبي)

(٢٦) ان النجم القطبي لما كان قريبا جدا من القطب كما هو معلوم عند أرباب الفن
 فيمكن بواسطته تعيين نصف النهار وذلك بان يؤخذ شاقولان يوضع أحدهما على النقطة
 التي يراد رسم نصف النهار منها ويوضع الآخر ما بينه وبين النجم المذكور ويحرك
 هذا الأخير الى أن يوجد في السطح المستوي المار بالنجم والشاقول الأول ثم يوصل بين
 موقعي الشاقولين بخط مستقيم يكون هو الاثر الأفقي للسطح السويحي الرأسى المار
 بسمت الرأس و بالقطب فهو اذن نصف النهار

(ملحوظات)

ان الطريقة المار ذكرها تستلزم وجود النجم المفروض في موضع القطب بالتمام مع انه
 متباعد عنه الآن بمقدار درجة واحدة و ٢ دقيقة ولكن حيث ان النجم المذكور
 يرسم دائرة كل يوم حول القطب بنصف قطر مساو لهذا المقدار فإذا جرت العملية
 المتقدم ذكرها في وقت مروره من سطح نصف النهار أى عند توسطه الأعلى أو
 توسطه الأسفل تكون النتيجة مضبوطة وأما اذا جرت عند وجوده على مسافة ٩
 درجة من التوسطين المذكورين فنصف النهار الناتج من هذه العملية يختلف من نصف
 النهار الحقيقي بكمية يمكن تعيينها بحساب المثلثات فلو فرضنا عرض المحل ٤١ درجة
 و ١٦ ثانية مثلا نجد ان الخلاف المذكور هو عبارة عن زاوية مقدارها ٤٦ دقيقة
 فتحويل هذه الدقائق القوسية الى دقائق زمانية يحدث $\frac{46}{15} = 3$ دقائق بالتقريب
 فلنحذر وقوع هذا الخطأ يلزم اجراء العملية وقت أحد التوسطين المذكورين

(في كيفية تعيين وقت مرور النجم القطبي من سطح نصف النهار)

(٢٧) يؤخذ من التقويم مطالع الشمس والنجم المذكور بالنسبة لازوال الوسطى

ماهر يقوم بالمطلوب ويبقى بالمرغوب فلعدم تعطيل العمل أو تأجيله يمكن الاكتفاء عما ذكر باتخاذ مفسور قائم الزوايا أى تكون حروفه عمودية على قاعدتيه وبوضعه على سطح البسيطة يفرض أحد حروفه شاخصا وليكن (ب م) شكل (٨) فإن موقع رأسه (ب) على البسيطة يعلم بغاية السهولة وكذلك ظلها (م) لانه ينشأ عن تقاطع الخطين (ح م) و (م د) الناتجين من تلاقى سطح البسيطة والسطحين الشعاعيين المارين بمحرفي المنشور (ح م) و (م د) فلا صعوبة في تعيين هذه النقطة نعم ان الخطين (ح م) و (م د) مختلفان على البسيطة بشبه الظل الا انه يمكن تمييزهما بسهولة في الاشكال التى من هذا النوع فبعد تعيين النقطة المذكورة (م) يصير توصيلها بالنقطة (ب) فيوجد ظل الشاخص المذكور

(٢٤) ويمكن أيضا الاكتناء باستعمال لوحة من معدن (هـ ل) شكل (٩) مثقوبة الوسط توضع أفقيا على سطح البسيطة بواسطة ثلاث أرجل (ب ح د) ويلزم ان محيط الثقب يكون دقيقا جدا ولاجل ذلك يلزم ان اللوحة يكون سمكها متناقصا بالتدريج من محيطها الى مركزها

ففى وضعت هذه اللوحة أفقيا وفرض العمود (م ح) النازل من مركز ثقبها على سطح البسيطة فيمكن اعتبار هذا العمود شاخصا ومركز الثقب رأسه والنقطة (ح) موقعه واذا صار تعيين مركز الضوء الساقط من هذا الثقب على البسيطة فى أى وقت كان يكون فى مقام ظل رأس الشاخص وعلى ذلك يمكن باحدى الطرق المذكورة آتفا تعيين خط نصف النهار

(ملحوظات)

(٢٥) ان الاشعة المارة بالثقب المذكور تحدث على سطح البسيطة ضوءا مطلقا وشبه ظل كما ان الكرة المتقدم ذكرها تحدث ظلا مطلقا وشبه ظل لانا اذا فرضنا خطوطا مارة بمحيطى دائرة الشمس ودائرة الثقب يحدث مخروط شعاعى (د م) بحيث لو فرضت رأسه (د) تحت البسيطة يكون الفصل المشترك بينهما وبينه هو الشعاع المطلق

وأما شبه الظل فهو ما يتكون حول الشعاع المطلق من تلاقى البسيطة باحد المخروطين المتحدى الرأس فيما بين الشمس والثقب ولكن لا يؤثر وجود شبه الظل

$$\frac{1}{\text{م}} = \text{مماس} (\text{ح ه م})$$

وبفرض نصف القطر مساويا للواحد وملاحظة أن الزاوية (م ه ح) هي نصف الزاوية التي ترى فيها الشمس من سطح الأرض فتساوى اذن 34° ، 16° تول المعادلة المذكورة الى

$$\frac{1}{\text{م}} = \text{مماس} (34^\circ \text{ ، } 16^\circ)$$

ومنها

$$\text{م ه} = 222 \times (\text{نصف قطر الكرة})$$

وحيث انه يلزم أن سطح البسيطة يقطع المخروط الظلي على خط مثل (ع س) فيلزم وقت الرصد أن يكون البعد بين الكرة وظلها على البسيطة أقل من $106 \times$ (قطر الكرة) وبناء عليه لا يمكن عمل الرصد المذكور عند الشروق والغروب بل يلزم عمله قبل الزوال أو بعده بثلاث ساعات أو بثلاث ساعات ونصف ساعة وقد شوهد في الاوقات المذكورة عند ابتداء الصيف أن البعد المذكور ضعف ارتفاع الشاخص تقريبا وعند ابتداء الشتاء مساو لخمس أمثاله فاذا رمزنا بالحرف (س) لارتفاع الهرم وبالحرف (د) لقطر الكرة تنتج هاتان المعادلتان

$$106 \text{ د} = \text{س} 2$$

$$106 \text{ د} = \text{س} 5$$

ومنها

$$\frac{\text{س}}{2} = \frac{\text{س} 2}{106} = \text{د}$$

$$\frac{\text{س}}{5} = \frac{\text{س} 5}{106} = \text{د} \quad \text{و}$$

وبفرض (س) مساويا لمتر واحد يكون

$$\text{في الحالة الاولى} \quad \text{د} = 0.018 \text{ م}$$

$$\text{في الحالة الثانية} \quad \text{د} = 0.046 \text{ م} \quad \text{و}$$

ويظهر من ذلك أنه اذا فرضنا ارتفاع الهرم مترا واحدا فلامكان قطع ظل الكرة المطلق بسطح البسيطة يلزم أخذ كرة يكون قطرها أكبر قليلا من قيمتي (د) على حسب فصل الصيف أو الشتاء

(في اتخاذ المنشور شاخصا)

(٢٣) ان جميع الطرق التي ينهاها فيما تقدم مبنية على تبسّر كرة وهرم أو مخروط بغاية الضبط واتقان الصنعة ولا يخفى انه لا يتأتى في كل الاحيان الحصول على صانع

ترى أقل من نصف القرص والتي على الخطين (هـ ح) و (م ح) ترى نصفه بالتمام وأما النقط التي في القسم (هـ ح م ح) فتري أكثر من نصف القرص والتي على الخطين (هـ ح) و (م ح) أواخرجة عنهما ترى الشمس كلها فالقسم (هـ ح م ح) الذي لا يرى الا جزأ من الشمس يسمى شبه الظل فلسبب وجود النقطة (ح) في هذا القسم تكون عسرة التعيين وتسهيل ذلك نضع كرة بقدر معلوم على رأس الشاخص بحيث يكون مركزها على اتجاه محور الهرم فيكون ظله على سطح البسيطة قطعاً ناقصاً يمكن تعيين مركزه بسهولة فيمكن اعتباره ظل رأس الهرم بدون أن ينشأ عنه خطأ محسوس وهذه الكرة لابد أن يعين قدرها كما سيرد عليك في البحث الا اني لانها اذا كانت كبيرة جداً فيكون ظلها كبيراً أيضاً ويختلف موضع مركز القطع الناقص عن موضع ظل رأس الهرم بكمية جسيمة واذا كانت صغيرة جداً فقلما يستشعر بظلها ويصعب تعيين مركزه فاننا لو فرضنا خطوطاً مماسة لسطح الشمس ولسطح الكرة المذكورة على النقط المتناظرة عليهما ومددنا هذه الخطوط على استقامتها فنظرا لعظم الشمس وصغر الكرة تقرب هذه الخطوط بعضها من بعض وتلاقى في نقطة (هـ) شكل (٧) وتكون هذه النقطة رأس مخروط محتو على كل من الشمس والكرة المذكورة والجزء الذي بين رأس المخروط (هـ) والقاعدة (ب ح) يكون ظل الكرة المطلق ثم اذا فرضنا خطوطاً أخرى مماسة لسطح الشمس والكرة متلاقية ما بين هذين الجسمين فيحدث مخروطان متحدان الرأس واذا مددنا هذه الخطوط على استقامتها من جهة الكرة فبدلاً من أن تقرب من بعضها تتباعد وتلاقى سطح البسيطة وتحدث عليه قطعتين (هـ ح ل) و (هـ ب ن) وهما عبارة عن شبه ظل الكرة وأما ظلها المطلق فلما كان مساوياً لارتفاع المخروط (م هـ) وهو صغير جداً بسبب صغر الكرة فلا يصل الى البسيطة وانما يحدث عليها خيالاً خفيفاً لا يساعد على تعيين النقطة المطلوبة (في مقدار الكرة المذكورة بالنسبة لارتفاع الشاخص)

(٢٢) يفهم مما ذكر أن امكان رؤية ظل الكرة على شكل قطع ناقص يتوقف على امكان قطع مخروط الظل المطلق بسطح البسيطة وحيث ان هذا الشرط يتعلق بارتفاع الشاخص يلزم أولاً تعيين طول الخط (هـ م) بالنسبة لنصف قطر الكرة المذكورة ثم تعيين نصف القطر هذا بالنسبة الى ارتفاع الشاخص ولاجل ذلك اذا اعتبرنا المثلث قائم الزاوية (م ح هـ) شكل (٧) نجد فيه أن

(م ٧) ووصلنا (د ٧) بخط مستقيم فيقطع الخط (ع م) في نقطة (ن) وتكون هي الاثر الافقي للخط (ع م) ولو وصلنا بينها وبين النقطة (هـ) بالمستقيم (ن هـ) نجد الاثر الافقي للسطح القاطع للمخروط فاذا أنزلنا على هذا الاثر العمود (ب ع) يحدث نصف النهار المطلوب

(فيما يمنع صحة العمل وكيفية ازالته)

(٢١) لاجل صحة العمل عند تطبيق الطريقتين المتقدم ذكرهما يلزم مراعاة بعض أصول نذكرها هنا وهي (أولاً) لجعل سطح البسيطة موازياً للافق يلزم استعمال الآلة المسماة في علم الطبوغرافية بروح التسوية فيوضع هذه الآلة على استقامتين متعامدتين يعلم أحصل التوازي المطلوب أم لا ويمكن أيضاً استعمال جبل البناء في هذا الغرض وكذلك كرة بلياردو منتظمة التكوير (وثانياً) لوضع الشاخص على سطح البسيطة يلزم اتخاذ جسم من خشب أو معدن حيث انه لا يتيسر استعمال خط هندسي لهذا الغرض ويكون على شكل هرم أو مخروط متقن الصناعة بحيث ان مسقط رأسه ينطبق بمركز قاعدته فهذه الوسطة يسهل تعيين المسقط المذكور على السطح الافقي .

لنفرض هـ ما مربعا من هـ هذا القبيل (م د هـ ب ن) شكل (٦) موضوعا على سطح البسيطة فلتعيين ظله وبالنصوص ظل رأسه (ن) نقول لو كانت الشمس نقطة هندسية أى عارية عن الامتداد ورسمنا منها سطحين يمران بحرفي الهرم (ن هـ) و (ن م) لحدث لهذين السطحين أثران أفقيان (هـ د) و (م د) متقاطعان في نقطة (د) تكون هي ظل رأس الهرم المذكور ولكن الشمس ليست بنقطة هندسية بل ترى من سطح الارض على شكل كرة بقطر قدره (٤ ٣ ٣) فاذا رسمنا من كل من الحرفين المار ذكرهما سطحين مماسين لسطح الشمس يحدث لهذه الاسطح أربعة أثارات أفقية (د هـ و د هـ و د م و د م) بحيث تكون الزاويتان (د هـ د) و (د م د) متساويتين وفيه كل منهما ٣ ٣ ٣ فاذا رسمنا منصفى هاتين الزاويتين يتقاطعان في نقطة (د) تكون هي ظل رأس الشاخص بالنظر لمركز الشمس وهذه النقطة لو أمكن تعيينها لحصلنا على المقصود ولكن ذلك عسير بسبب وجودها على ما يسمى شبه الظل ولتوضيح ذلك نلاحظ أن جميع النقط التي في القسم (هـ د م) لا ترى الشمس مطلقا ولذلك سمى هذا القسم بالظل المطلق وأما النقط التي في القسم (هـ د م د) فلا ترى من الشمس الا جزءاً فقط فالنقط التي بالقرب من الظل المطلق

عبارة عن ثلاثة مولدات للمعروط المظلم الذي تكلمنا عليه وحيث ان محور المساقط مواز للظل (ب هـ) فالمسقط (ح هـ) الراسى للخط الواصل بين نقطة (هـ) وبين رأس الشاخص يكون مساويا لنفس هذا الخط فلنصل بعددين مساويين لهذا الخط من الظلين الساقطين افقيا على (ب د) و (ب ل) كما قلنا نبحث عن طول هذين الظلين بان نأخذ على محور المساقط خط (ب د = ب ل) وخط (ب ل = ب ل) ثم نصل (د و ح ل) فهذان الخطان يكونان مساويين للظلين المذكورين فنفصل على الاول بعدد (ح م = ح هـ) وعلى الثانى بعدد (ح ع = ح هـ) ثم نرسم من نقطتي (م و ع) خطين موازيين للمعور فيقطعان (د و ح ل) في (م) و (ع) وتكون هاتان النقطتان مسقطي النقطتين (م) و (ع) الراسيين ويكون مسقطاهما الافقيان (م) و (ع) وبذلك نكون قد عينا المساقط الافقية (م هـ ع) والراسية (م هـ ع) للنقط الثلاث التي نريد أن نرسم منها السطح العمودى على محور المخروط فبرسم الاثر الافقى لهذا السطح وانزال عمود عليه من (ب) يحدث نصف نهار البسيطة ولرسم الاثر المذكور نعين ابتداء الاثر الافقى (ق) للخط (ع م و ع م) والاثر الافقى (هـ) المشترك بين الخطين (ع هـ و ع هـ) و (م هـ و م هـ) ثم نصل (هـ ق) فيكون هو أثر السطح المطلوب وبتزليل العمود (ب ع) عليه نجد نصف النهار

(فى اجراء العمل المذكور بالتدوير)

(٢٠) ان الطريقتين المذكورتين آتفا وان هدنا عند أرباب هذا الفن من الطرق السهلة الا أنه يوجد طريقة أخرى أسهل منهما وذلك بأن يقال حيث ان الشاخص الموجود فى (ب) عمودى على الخطوط (ب د) (ب هـ) (ب ل) فاذا اعتبرنا ظلال رأسه المارة بالنقط (د هـ ل) فيكون هنالك ثلاثة مثلثات قوائم الزوايا فيها ضلع مشترك وهو الشاخص المقروض وأوتارها الخطوط الشعاعية المارة برأس هذا الشاخص والنقط (د هـ ل) فبناء عليه اذا دورنا كلا من هذه المثلثات حول قاعدته حتى ينطبق بالسطح الافقى فيحدث ثلاثة مثلثات (هـ ب ح و ل ب ح و د ب ح) واذا فصلنا من الوترين الاعظمين بعددين مساويين للوتر الاصغر اى اذا أخذنا (ح د = ح هـ) ثم رفعنا المثلثات الى مواضعها الاصلية فتدور النقطة (د) مع العمود (ع د) وتسقط فى النقطة (ع) ثم تسقط النقطة (هـ) على النقطة (م) واذا وصلنا (ع م) ورسمنا على هذا الخط العمود (ع د) = (ع د) ثم العمود (م د) =

ذلك أن يكون هذا التعيين في أوقات مختلفة بعيدة بعضها عن بعض بأن يكون أولها في الصباح وثانيها بالقرب من الزوال وثالثها بالقرب من الغروب
 لنفرض الشاخص (م هـ) في النقطة (هـ) كما في شكل (٣) فيكون مرقم النقطة (م) محور العالم (ن ب) الذي هو محور مشترك للمخروطين (م ص هـ) و (م ع صـ) أيضا فإذا رسمنا على هذا المحور سطحا عموديا (ص هـ) من نقطة (ص هـ) التي على سطح المخروط (م ص هـ) المتولد من ظلال رأس الشاخص (م) فيقطع هذا السطح العمودي سطح المخروط على دائرة (ص هـ) الموازية لدائرة الشمس اليومية (ع صـ) والمساوية لها فهي إذن من ضمن الدوائر اليومية ومن حيث ان هذه الدوائر كلها عمودية على الاسطح السوية وأن نصف النهار هو عبارة عن أحد تلك السطوح فالدائرة (ص هـ) عمودية على نصف النهار المذكور ومن حيث ان سطح نصف النهار عمودي على الافق أيضا فهو إذن عمودي على سطحين متقاطعين وهما سطح الدائرة (ص هـ) و سطح الافق ومن المعلوم في الاصول الهندسية انه اذا كان سطح عموديا على سطحين متقاطعين فهو عمودي على خط تقاطعهما فبناء على ذلك اذا صار تعيين الاثر الافقي للسطح (ص هـ) يمكن تعيين الاثر الافقي لسطح نصف النهار باخراج عمود من موقع الشاخص على أثر السطح (ص هـ) المذكور ويكون هذا العمود هو نصف نهار البسيطة المطلوب ويعلم من هذا انه اذا صار تعيين أطوال ثلاثة ظلال غير متساوية في يوم ما وفصل من الظلين الاعظمين جزء مساو للظل الاصغر فيحدث ثلاثة مولدات متساوية للمخروط بحيث لو صار مرور سطح من أطراف هذه المولدات فينقطع المخروط (م ص هـ) على دائرة مارة بالخط (ص هـ) وعمودية على المرقم (ن ب) وبناء على ذلك اذا أنزلنا من موقع الشاخص عمودا على أثر هذه الدائرة الافقي فيكون هذا العمود هو نصف نهار البسيطة المطلوب

(في كيفية اجراء العمل)

(١٩) بعد جعل سطح البسيطة موازيا للافق نضع شاخصا عموديا في النقطة (بـ) (شكل ٥) وليكن مسقطه الرأسى (ب ح) ثم نرسم الظلال (بـ د و بـ هـ و بـ ل) لهذا الشاخص على السطح المذكور ونفرض للمساقط محورا أى خط الارض يكون موازيا للظل (ب هـ) ثم نصل نقطة (ح) بالنقط (د و هـ و ل) التي هي المساقط الرأسية للنقط (د و هـ و ل) فيحدث ثلاثة خطوط (ح د و ح هـ و ح ل) هي

عبارة

قبل الزوال وبعده بنصف ساعة فيحرف عن موضعه الحقيقي بنصف دقيقة بحيث لا يستحق التصحيح لاسيما ان هذا الفرق ينقص كثيرا في سائر الايام فيتضح من ذلك انه يمكن استعمال الكيفية المتقدمة في أى يوم من السنة بدون استثناء لايجاد نصف النهار المذكور

(في تصحيح انكسار الضوء)

(١٦) اذا صار تعيين الظلال في الاوقات القريبة جدا من نقط طلوع الشمس وغروبها بحيث ان انكسار الضوء في تلك الاوقات يكون في نهاية شدته فربما يظن أن ذلك يغير القطوع المخروطية السابق ذكرها ولكن من حيث ان تلك النقط متناظرة بمعنى انه اذا علت احداها تعلو الاخرى بقدرها فيظهر جليا ان العمود القائم على وسط وترها لا يتغير أبدا وحيث ان الظل الناشئ عن ضوء الشمس في النقط المذكورة هو طويل جدا فظل رأس الشاخص يكون طويلا أيضا ويخرج حينئذ عن سطح البسيطة بحيث لا يتيسر تعيينه في وقت الشروق والغروب المذكور

(في تعيين نصف النهار بواسطة الدوائر المساعدة)

(١٧) ينتج من جميع ما سبق أننا لو فرضنا شاخصا في نقطة (ق) (شكل ٤) وجهلنا هذه النقطة مركزا ورسمنا منها دوائر مساعدة بابعاد اختيارية (ب ق و ح د ق) ثم جئنا قبل الزوال ورصدنا ظل رأس الشاخص وعينا على تلك الدوائر النقط (ب ح د) التي يقع فيها الظل المذكور ثم النقط (ب ح د) التي يجيء عليها هذا الظل بعد الزوال ثم وصلنا بوتر كل نقطتين واقعتين على دائرة واحدة وأنزلنا من نقطة (ق) العمود (ق ك) على جميع هذه الاوتار فيكون هو نصف النهار المطلوب لكن ربما ينشأ عن هذه العملية بعض خطأ في موقع نصف النهار ويظهر ذلك اذا لم يكن عموديا بالتمام على هذه الاوتار فلزيادة الضبط والحالة هذه يلزم تعديله بالنسبة لكل وتر ليقبل الخطأ على حسب الامكان

فيظهر مما سبق انه يمكن رسم نصف النهار بدون أن يحتاج الانسان الى تعيين نقط من نقط المنحنى المثلث لكن ينبغي التدقيق في انتخاب انصاف أقطار الدوائر المساعدة بحيث تقطع المنحنى المذكور فان في ذلك تسهila عظيما للعمل

(في رسم نصف النهار بواسطة ثلاث ظلال مختلفة الطول)

(١٨) يمكن أيضا رسم نصف النهار بتعيين ثلاثة ظلال غير متساوية لكن يشترط في

يحدث من تقاطع المخروط الظلي هذا بسطح البسيطة الافقى (ل ب) قطاع مخروطي
مبين بالنقط ١ ٢ ٣ و ١ ٢ ٣ وبما ان هذا المخنى مركب من نقط ظلال رأس
الشاخص الساقطة في كل آن على سطح البسيطة فيسمى بالمخنى المظلم ولرسمه يكفي
تعيين بجلة نقط من ظل رأس الشاخص قبل الزوال وبعده ثم تضم جميع هذه النقط
بخط يكون المخنى المطلوب

ومن المعلوم في علم الهيئة ان سطح نصف النهار يقسم كلا من الدوائر اليومية الى
قسمين متناظرين متساويين فاذا فرضنا نقطتين على احدى هذه الدائرة بحيث تكونان
متناظرتين بالنسبة لسطح نصف النهار فيكون ارتفاعهما عن الافق واحدا ويكون
ظلا الشاخص الناشئان عنهما متساويين فالتقطتان المذكورتان موجودتان اذن على
محيط دائرة واحدة مرسومة من المركز (هـ) وبناء عليه اذا رسمنا من المركز
المذكور الدوائر (هـ ١) و (هـ ٢) و (هـ ٣) المسماة بالدوائر المساعدة فنقط
تقاطعها بالمخنى المظلم وهى ١ ٢ ٣ و ١ ٢ ٣ تكون متناظرة الوضع بالنسبة الى
نصف النهار فاذا وصلنا جميع هذه النقط بالنقطة (هـ) ونصفنا جميع الزوايا الحادثة
أى اذا وصلنا النقط المتناظرة ١ ٢ ٣ و ١ ٢ ٣ و ١ ٢ ٣ باوتار وأخرجنا عليها من النقطة
(هـ) العمود (هـ ٤) فتكون النقط المذكورة متناظرة الوضع بالنسبة لهذا العمود
أيضا ويكون هو اذن نصف نهار البسيطة المطلوب

(ملحوظات)

(١٥) ان ايجاد نصف النهار (هـ ٥) بالكيفية المار ذكرها مبنى على فرض
استدارة محرك الشمس اليومى مع اتنا علمنا ان المحرك المذكور ليس بمستدير بل هو على
شكل حلزوني برعى يقرب من الدائرة فربما يتوهم من ذلك لزوم تعديل نصف النهار
(هـ ٥) المذكور ولكن اذا لاحظنا ان اختلاف ميل الشمس الحاصل في مدة يوم
وجودها على أحد الانقلابين قلما يشعر به فلو صار تعيين نصف النهار المذكور عند ما
تكون الشمس في الاتقـلابين يمكن اعتباره صحيحا عاريا عن الخطا وكذلك أعظم
الاختلاف المذكور على خط الاستواء لا يزيد عن ٤ ٢ ٣ في الاربع وعشرين
ساعة أى نهايته في الساعة دقيقة واحدة فقط فبناء عليه اذا صار تعيين نصف النهار

زائد أو ناقص عن العرض الحقيقي بهذا القدر أو أقل يجوز إنشاء البسيطة ولا ضرر في ذلك

وحيث أن أكثر الكتب والتقويمات ليس مذكورا بها إلا عروض عواصم الولايات دون القرى والقصبات المجاورة لها فبناء على ما تقدم يمكننا معرفة عروض القرى والقصبات المذكورة بوجه التقريب وإذا تعسر ذلك بسبب ما فعليك بطريقة استخراج العروض من الظلال التي سنذكرها فيما بعد وهي طريقة عامة يمكن استعمالها في كل البسائط

(في رسم نصف نهار البسيطة الأفقية)

(١٤) قد علم من المواد التي تقدمت إلى الآن أنه يلزم ابتداء معرفة رسم نصف نهار البسيطة ولكن لتوقفه على بعض أصول علمية وعملية رأينا أن نذكرها هنا أولا فنقول بعد أن يوضع سطح البسيطة موازيا لسطح الأفق نرسم الظلال بوضع شاخص عمودي على السطح المذكور لأن السطح السويحي الذي يمر بهذا الشاخص وبالقطين السماويين هو عمودي على الأفق فهو نصف نهار ذلك المحل وحيث أن الفصل المشترك بينه وبين سطح البسيطة أي أثر الأفق يربقاعدة الشاخص فيمكن مع ملاحظة بعض ما تقدم رسمه بغاية السهولة كما سيأتي

لنفرض (ق ن) القطبين (شكل ٣) و (ص ص) دائرة البروج و (ل ب) سطح البسيطة أي السطح الأفقي و (ع ن ص) نصف نهار المحل و (ع ص) دائرة اليومية التي ترسمها الشمس في يوم معين وليكن (م ه) المسقط الرأسى للشاخص المفروض و (ه) مسقطه الأفقي فحيث أن رأس الشاخص (م) موجود على إحدى نقط المرقم (م ب) فبمقتضى ما ذكر في المسالك الثاني المتقدم ذكره يمكن فرض هذه النقطة مركز العالم فإذا وصلنا بالمستقيم (ع ع) النقطة (ع) التي على الدائرة اليومية (ع ص) بالنقطة (م) ومددناه إلى جهتيه ثم فرضنا النقطة (م) ثابتة وحركنا خط (ع ع) دورة واحدة على محيط الدائرة (ع ص) فيصعدت مخروطان متحدا الرأس أحدهما (م ص ع) وهو متكون من الأشعة الخارجة في اليوم المفروض المنتهية إلى رأس الشاخص والآخر (م ع ص) وهو مخروط متكون من ظلال رأس الشاخص الناتجة من الأشعة المذكورة الساقطة على النقطة (م) في مدة الأربع والعشرين ساعة التي ترسم فيها الشمس الدائرة اليومية المفروضة ثم

والجنوب وقد يوجد على السطح الرأسى ويمر بموقع المرقم أيضا بحيث يكون عموديا على السطح الافقى ولبيان ذلك نفرض الكسرة الارضية في (م) (شكل ٢) و (١٢ ع ١٢ ع) خط تقاطع نصف نهار المحل بقبة السماء بحيث ان مرقم كل بسيطة مصنوعة على السطح الافقى في النقطة (م) يتجه على استقامة القطبين (١٢ ع) فإذا رسمنا المستقيم (١٢ ع) يكون هو مرقم البسيطة ونفرض (ل ل) الافقى في النقطة (م) فالفصل المشترك بينهما وبين سطح نصف النهار (١٢ ع ١٢ ع) وهو (ش ه) يكون نصف نهار البسيطة المذكورة وحيث ان الزاوية (١٢ م ش ه) هي مساوية لعرض البلد فنجد ان الزاوية التي بين مرقم البسيطة ونصف نهارها تساوى العرض المذكور أيضا

وأما اذا أريد انشاء البسيطة على السطح الرأسى (م د) نخط تقاطع هذا السطح بـ سطح نصف النهار (١٢ ع ١٢ ع) يمر ضرورة من مركز الارض فيكون الخط (ه م) خطا رأسيا وبناء عليه يكون هو نصف نهار البسيطة ويكون مرقمها هو الخط (ه ب) المرسوم موازيا لمحور العالم وتكون الزاوية (م ه ب) الواقعة بين المرقم المذكور وبين خط نصف نهار البسيطة مساوية لعرض البلد فيرى مما تقدم ان الامر يؤدى الى تعيين اتجاه نصف النهار وعرض البلد وستتكمّل عن كل منهما فيما يأتى

(ملحوظات)

(١٣) لما كان نصف نهار البسيطة الافقية المارة ذكرها هو الاثر الافقى لسطح نصف النهار على سطح البسيطة لم يمكن أن يتغير أصلا بخلاف نصف نهار البسيطة الرأسية فانه يتبع سطحها كيفما كان وسطها مع ابقائه عموديا على سطح نصف نهار المحل يمكن ان يأخذ جملة أوضاع مختلفة وعلى هذا فتعريف نصف نهار البسيطة الرأسية الذى تقدم غير كاف ولذلك سنذكر فيما بعد تعريفا عموميا للبسيطة الرأسية معرفة عرض البلد المراد عمل البسيطة فيه فيعلم اما من كتب الجغرافيا واما من التقويمات واما من الخريط الجغرافية والاصح أخذه من الارصاد الفلكية ومع ذلك اذا عملت البسيطة لعرض من العروض وحصل في تعيين ذلك العرض خطأ ولو بقدر عشرة فلا يؤثر هذا الخطأ تأثيرا محسوسا بحيث لو عينا بالتعمين عرضا هو فى الواقع

الكرة الأرضية وهذا هو الحد الاعظم الذى تختلف بينه وبين الصفر سائر الاوقات
(فى حساب الاختلاف الاعظم)

(١٠) من حيث ان الاختلاف الاعظم هو قوس مرسوم على قبة السماء مساو لطول
نصف قطر الارض فيمكن بسهولة حساب الزمن الذى تقطع فيه الشمس هذا القوس
بأن يقال من المعلوم أن نصف قطر الشمس أكبر من نصف قطر الارض ١١٠ مرة
تقريباً وان الشمس تقطع على قبة السماء القوس المساوى لقطرها فى ١٦'' ٢٠
فتقطع القوس المساوى لنصف قطرها فى ٨'' ١٠ أى ٦٨'' ولو قسمنا هذا العدد
على العدد ١١٠ فالخارج يدل على الزمن اللازم لقطع القوس المساوى لنصف قطر
الارض وهو $\frac{78}{110} = 0.72$ من الثانية فيرى من ذلك أن الفرق الاعظم بين الوقتين
المعينين ببسيتين احدهما منشأة من مركز الارض والاخرى من سطحها هو ٦٢
جزأ من المائة من الثانية الواحدة وهو فرق لا يكاد يستشعر به حتى بالنسبة للساعات
المستعملة الآن فلا يحدث منه اذن خطأ محسوس فى استعمال البسيطة وبناء عليه
يمكن اعتبار ما قلناه فى المادة (٨) بالنسبة لعمل البسائط عارياً عن كل محذور

(فى كيفية عمل البسائط)

(١١) يلزم أولاً تعيين اتجاه محور العالم على السطح المراد عمل البسيطة عليه بحيث
يحدث على السطح المذكور ظلاً فى كل آن ثم نرسم خط نصف نهار البسيطة والخطوط
التي يمر بها فى كل ساعة أو نصف ساعة ظل المرقم المنوه عنه وهذه الخطوط هى كما تقدم
عبارة عن الفصول المشتركة بين السطوح السوية المارة بالمرقم وبين سطح البسيطة
ورسمها يتوقف على معرفة الهندسة الوصفية اذ بواسطة نظريات هذا الفن يمكن
تعيين جميع الفصول المشتركة المذكورة الا أنه من المعلوم ان كيفية تطبيق تلك
النظريات تختلف من حالة الى أخرى فلاجل الحصول على المطلوب نذكر هنا بعض
قواعد متفرقة يسهل العمل بواسطتها

(فيما يحتاج اليه لرسم البسائط على أسطح مستوية أو منحنية)

(١٢) اذا أريد رسم بسيطة على سطح من أى نوع كان فلو وضع المرقم بالكيفية المار
ذكرها يلزم أولاً رسم اتجاه خط نصف النهار على ذلك السطح وثانياً وضع المرقم بحيث
يكون موازياً بالضبط لمحور العالم ولاجل ذلك ينبغى معرفة عرض البلد أما نصف النهار
فيوجد على السطح الافقى ويمر بموقع المرقم بحيث يكون اتجاهه على نقطتى الشمال

وعموديا على دائرة الافق فيتحد السطح المذكور بسطح خط نصف نهار المحل المفروض ويقطع سطح البسيطة على خط يسمى نصف نهارها فعلى ذلك لو أخذنا خط نصف النهار مبدأ لحساب الاوقات ثم رسمنا الفصول المشتركة بين سطح البسيطة وبين السطوح السويعية المارة بالمرقم الصانعة بتلاقيها زوايا متساوية على خمس عشرة درجة أو أقل من ذلك كما تقدم فمبرور ظل المرقم على كل خط من هذه الخطوط تعلم الساعات والدقائق ونكون قد أنشأنا البسيطة

(ملحوظات)

(٩) لما تكلمنا على السطوح السويعية في المسلك الاول بينا أن مركز العالم عند مركز الكرة الارضية ثم لما تكلمنا عليها في المسلك الثاني بينا أنه عند موقع المرقم على سطح الكرة المذكورة فبين هذين القولين اختلاف في موضع مركز العالم بقدر نصف قطر الكرة الارضية بحيث لو وجد مركز الشمس في وقت معلوم على أحد السطوح السويعية المعينة بالطريقة المذكورة في المسلك الاول فلا يوجد على نظيره من السطوح المعينة بالطريقة المذكورة في المسلك الثاني الا بعد الوقت المفروض أو قبله وهذا الاختلاف ما بين الاوقات محصور بين حدين حد أصغر وحد أعظم فالحد الأصغر هو صفر وأما الأكبر فهو عبارة عن كسر زمانى قدره ٠.٦٢ كما سيجرى حسابه في المبحث الثاني وليسان حقيقة هذين الحدين نقول ان السطح الاصلى واحد في المسلكين وهو يتحد بسطح خط نصف النهار بحيث لو فرض أن مركز الشمس على هذا السطح الاخير فيوجد وقتها على سطعين سويعيين من المسلكين المذكورين بدون فرق أى ان الاختلاف المار الذكر يكون معدوما وقتها وهذا هو الحد الأصغر وحيث ان سطوح المسلكين تمتدى بعد السطح الاصلى بان يختلف بعضها عن بعض فتى وصل مركز الشمس الى السطح الاول والثاني والثالث وهكذا من السطوح المذكورة يأخذ الاختلاف في التزايد الى أن يصل المركز الى السطح السادس من سطوح المسلك الاول الذى يصنع مع سطح نصف النهار زاوية قدرها تسعون درجة فعند ذلك اذا صار امتداد السطح السادس من سطوح المسلك الثانى فعوضا عن أن يتحد الفصل المشترك بينه وبين قبة السماء بفصل السطح الاول يبعد عنه أى عن مركز الشمس بقدر نصف قطر

(في بيان الدوائر السويعية)

(٧) من المعلوم أن الشمس تقطع كل دائرة يومية في مدة أربع وعشرين ساعة فإذا قسمنا كل دائرة منها الى أربعة وعشرين قسما متساوية وفرضنا سطوحا مارة من نقط التقسيم ومن محور العالم يحدث أربعة وعشرون سطحاً تسمى بالسطوح السويعية ويصنع بعضها مع بعض زوايا متساوية مقدار كل واحدة منها خمس عشرة درجة بحيث ان الشمس تنتقل من أى سطح الى السطح الذى يليه في مدة ساعة واحدة وإذا جعلنا أحد هذه السطوح مبدءاً للحساب بحيث ان الشمس تمر منه وقت الزوال فيسمى بالسطح الاصلى وينطبق بسطح خط نصف النهار ومن البديهي انه لو جعلت الساعة صفراً وقت المرور المذكور فعند ما يصل مركز الشمس الى السطح الاول تكون الساعة واحدة وعند وصوله الى السطح الثانى يصير عددها اثنين وهكذا الى أن يصل المركز المذكور الى السطح الرابع والعشرين فيكون عددها أربعة وعشرين أى ترجع ثانياً الى الصفر وبناء على ذلك لو قسمت الدوائر اليومية الى ثمانية وأربعين قسماً متساوية بدلا من أربعة وعشرين تكون الاقواس التى بين كل سطحين متتاليين متساوية على سبع درجات ونصف درجة وتقطع الشمس كل واحدة منها في مدة نصف ساعة وكذلك لو قسمت الدوائر المذكورة الى ستة وتسعين قسماً تقطع الشمس كل قوس محصور بين سطحين منها في ربع ساعة وهذا هو أساس انشاء البسيطة

(المسلك الثانى)

(في بيان مرقم أية نقطة من سطح الارض وبيان سطحها السويعى)

(٨) يعلم من الايضاحات المتقدمة انه لو كان محور العالم جسماً مرئياً بحيث يحدث ظلاً لا يمكن عند مرور الشمس من أحد السطوح السويعية رؤية هذا الظل على الفصل المشترك بين السطح المذكور وكل سطح قاطع له ولسائر السطوح السويعية الاخرى وكان ذلك يكفى في الحصول على البسائط ولكن لما كان محور العالم غير مرئى لزم لانشاء البسائط أن نستعمل طريقة مشابهة لذلك بان نضع شاخصاً يسمى مرقماً في النقطة المراد عمل البسيطة فيها بحيث يكون موازياً لمحور العالم بمعنى أن أحد طرفيه يكون متجهاً الى القطب الشمالى والطرف الآخر الى القطب الجنوبى ولذلك يمكن اعتباره نفس محور العالم ثم نفرض سطحاً ماراً بهذا المرقم أى بالقطبين السماويين

(٥) يتبادر مما سبق أن الشمس ترسم كل يوم دائرة تامة عمودية على محور العالم الآن حقيقة الواقع أن هذه الدوائر ليست تامة لأنها لو كانت كذلك للزم بالنظر إلى حركة الشمس الانتقالية على دائرة البروج أن تنتقل فجأة في آخر كل أربعة وعشرين ساعة على اتجاه خط نصف النهار واللازم باطل بالمساهدة وحقيقة الأمر أن الشمس في حركتها اليومية يختلف بعدها في كل آن من خط الاستواء فيستبطن من ذلك أن الدوائر اليومية المذكورة ليست بدوائر تامة كما يتبادر مما سبق بل هي طيات حلزون برعى ولكن حيث أن البعد بين طيتين متواليتين من هذه الطيات وبعبارة أخرى حيث أن اختلاف ميل الشمس في كل أربع وعشرين ساعة هو صغير جدًا فيمكن اعتبار الطيات المذكورة دوائر تامة بدون أن يحدث من هذا الفرض خطأ ظاهر في إنشاء البسائط وبناء على ذلك إذا أخذنا من التقويم ميل الشمس ليوم معلوم ولنفرضه شماليا مثلا ثم فصلنا بقدره قوسا من خط نصف النهار محصورا بين خط الاستواء والقطب الشمالى وليكن قوس (ح م) شكل (١) ورسمنا على نهايته (م) الخط (م ل) موازيا لخط الاستواء يكون (م ل) هو الدائرة التي ترسمها الشمس في اليوم المفروض

(في كيفية تغير ميل الشمس ما بين خط الاستواء والانقلابين)

(٦) في أثناء ما تحركت الشمس على دائرة البروج (ص هـ) يأتي وقت توجد فيه على النقطة (ب) ففي ذلك الوقت تكون دائرة الشمس اليومية نفس خط الاستواء ويكون الميل حينئذ معدوما وبعد هذا الوقت يأخذ الميل الشمالى في التزايد بالتدريج مدة ثلاثة شهور حتى يصير ٢٨° ور ٢٣° فقبضى الشمس حينئذ في النقطة (هـ) التي تسمى بالانقلاب الصيفى ثم يأخذ الميل المذكور في التناقص يوما فيوما مدة ثلاثة شهور أخرى حتى ترجع الشمس إلى خط الاستواء فيتلاشى الميل ثانيا ويبتدىء الميل الجنوبى في التزايد مدة ثلاثة شهور حتى يصير ٢٨° ور ٢٣° فتكون الشمس وقتئذ في النقطة (ص) التي تسمى بالانقلاب الشتوى ثم يتناقص الميل مدة ثلاثة شهور حتى يعدم بالكلية وتكون الشمس قد رجعت إلى النقطة (ب) على خط الاستواء فبناء على ذلك تكون الشمس في مدة الاثنى عشر شهرا أى في سنة واحدة قد رسمت دائرة البروج

(المسلك الاول)

الى الشرق في المدة المذكورة لكننا نعتبرها لاجل سهولة تصور ما يأتى ناشئة عن دوران الشمس حول الارض حسب الحالة الظاهرية المشاهدة والنتيجة لاختلاف

(في محور العالم)

(٣) اذا فرضنا اخراج عمود من مركز الارض على سطح الدائرة اليومية المذكورة آنفا يسمى هذا العمود محور العالم واذا فرضناه ممتدا الى غير نهاية فيبقى كلا من الكرة الارضية والكرة السماوية في نقطتين فالنقطتان (ب هـ) شكل (١) اللتان فوق الافق تسميان بالقطبين الشماليين والنقطتان (ك ل) اللتان تحتهما بالقطبين الجنوبيين وكل سطح مستو يمر بهذا المحور يقطع الكرتين السماوية والارضية في دائرتين ولنفرض الاولى (ب ص ل هـ) والثانية (ب ز ل ح) فيمكننا أن نبين في الرسم هاتين الكرتين بالدائرتين المذكورتين

وللمصور على ماهو معلوم عند أرباب هذا الفن حركة صغيرة ذاتية الا أنه يعتبر ثابتا في أكثر العمليات والحسابات التي لا تحتاج الى تدقيق عظيم

(في حركة الشمس الانتقالية والسطح الحاصلة فيه هذه الحركة)

(٤) للشمس زيادة عن الحركة اليومية التي ترسمها كل يوم كما ذكر آنفا حركة أخرى تسمى بالحركة الانتقالية أو السنوية وهي تحدث في سطح مستو مائل على سطح الدائرة اليومية بقدر ثلاث وعشرين درجة وثمان وعشرين دقيقة

لرسم من مركز العالم (ب) شكل (١) سطح (ب د) عمودا على محور العالم (ب ل) فيكون هذا السطح من ضمن الدوائر اليومية واذا رسمنا سطح (هـ ص) بحيث يصنع معه زاوية مقدارها ٢٨° ٣٠' فيكون هذا السطح هو الذي تحدث فيه الحركة السنوية السابق ذكرها وهو يقطع الكرة السماوية على دائرة عظيمة تسمى بالدائرة الكسوفية أو دائرة البروج وعلى ما ذكر فالشمس توجد كل يوم على نقطة من فقط دائرة البروج المذكورة وترسم منها دوائرها اليومية التي هي موازية للسطح (ب د) المسمى بخط الاستواء فيكون محور العالم عموديا على جميع هذه الدوائر

ولتعيين الدوائر اليومية يكفي تعيين أبعادها من خط الاستواء بقياس درجات قوس خط نصف النهار الواقع بين كل واحدة منها وبين خط الاستواء المذكور وتسمى هذه الأبعاد ميولا

(في حركة الشمس بالنسبة الى الميل)

رياض المختار

مرآة الميقات والادوار

الباب الاول

(في فن رسم البسيطة)

(مقدمة الباب)

(١) لما كانت الساعات اجزاء من الايام والايام عبارة عن دورات الشمس كان من الممكن بيان الساعات والدقائق بنفس الطرق المستعملة لبيان دورات الشمس في كل يوم وهذه الطرق نوعان

الاول ان يوضع جسم على سطح بحيث يحدث عليه ظلا متغيرا في كل آن بتغير موضع الشمس ثم يرسم على السطح خطوط دالة على المواضع التي يمر بها الظل فيعلم منها ساعة كل وقت

والثاني أن تؤخذ لوحة صغيرة من معدن في وسطها ثقب مستدير وتوضع امام سطح بحيث يحدث ضوء الشمس المار بهذا الثقب على السطح نقطة مضيئة متغيرة المكان في كل ان مع تغير موضع الشمس ثم يرسم على السطح خطوط دالة على مواضع النقطة المذكورة فتعلم منها في كل وقت الساعات والدقائق فكل سطح يرسم عليه خطوط بالكيفية المشروحة يسمى بسيطة والفن الذي يبحث عن رسم تلك الخطوط يسمى فن البسيطة وهو قسمان فن البسيطة الزوالية وفن البسيطة الغروية وسنينا كل قسم في محله وهذا الفن فرع مهم من كل من علمي الهيئة والهندسة

(في حركة الشمس الحقيقية والظاهريه)

(٢) حيث ان حركة الشمس هي الاساس لفن البسيطة فينبغي لنا قبل الدخول في موضوعه أن نعهد بذكر بعض قواعد فلكية تختص بها فنقول اذا تأملنا للشمس نشاهد أنها تهتز حول الارض في كل أربع وعشرين ساعة من الشرق الى الغرب مرة واحدة أي انها ترسم كل يوم على قبة السماء دائرة تسمى بالدائرة اليومية فهذه الحركة وان كانت في الحقيقة ناشئة عن دوران الكرة الارضية على محورها من الغرب

الى

كتاب
رياض المختار
مرآت الميقات والادوار



ابن السلطان الغازى محمود على خان جعله الله تعالى مخلدا لمقر تدبير الشوكة
والشان دعنى شدة رغبته الشاهانية فى نشر المعارف لاذكاه المغيرة وتجديد عهد
الشوق بعد أن أكنته الشواغل وأكنته الصروف عشرين عاما فأرجعت البصر الى
الكتاب كرة ثانية وهممت بإبرازه الى عالم الوجود

وفى تلك الاثناء أبلغ الى كثير من المحيين تشوقهم الى أن أضم اليه الكلام على بعض
آلات فلاكية عتيقة عنى بها قديما علماء الاسلام وأمكنهم بها الوصول الى كثير من
الاعمال الفلكية الدقيقة قبل ظهور الآلات الحديثة واستفاضة العلوم الرياضية وهى
الاصطربلاب والرابع المقنطرو على الخصوص الآلة الغربية الوضع الغزيرة النفع
الدالة على ما لا وثلك العلماء من سمو الدرجة وعلو المكانة فى الرياضيات ووصولهم فيها
الى حد تدهش دونه الابصار وتبهر له البصائر رأى انهار وهى الربع المجيب
الذى كان يمكن به حل القوانين الجبرية قبل أن يسمع باسم لوغاريتما ومع كل ذلك
جميع ما وصل لايدينا من الكتب فى هذا الشأن وان احتوى على بيان كيفية الرسم
والعمل خال من بيان الاصول النظرية والاساسات الاولى التى اتبى عليها ذلك
فلم أربدا من انالهم ما رغبوه واجابتهم الى ما طلبوه فاستعنت الله فى انجاز هذا
العمل وخصصت ما أمكننى انتهازه من القرص الزمانية بعد ابراء موجبات وظيفتى
العسكرية للاشتغال بهذه الآثار حتى تسرلى اكمال ما قصدته من شرحها وتوضيح
أصولها وتعريف الاوقات الشرعية الاسلامية بها كواقيت الصلوات وغيرها على
اختلاف مذاهب الأئمة الاربعة رحمهم الله تعالى وجريت فى جميع ذلك على اصطلاحات
قدماء الراصدين من علماء الاسلام وحسابات التقاويم المحررة المتداولة

بفاء بحمد الله كتابا وافيا بالمقصود كافلا للمراد ورتبته على باين وخاتمة يشغل كل باب
على قسمين وكل قسم على فصول وقد كل تأليفه فى شهر صفر الخير عام (١٣٠٣)
وسميت (رياض المختار مرآة الميقات والادوار) وجعلته هدية خالصة للخلف راجيا
منهم حسن القبول وخير الذكرى

وانى وان شمرت فى تأليفه ساعد الحد وبذلت فى تنقيحه وتهذيبه غاية الجهد فانى
معترف بقصر باعى وقلة بضاعتى غير آمن من وقوع الغلط والنقصان والانسان كما
قبل مركب من النسيان فأرجو من اطلع عليه من ذوى الكرم والبروات وأرباب
المعارف اذا عثروا على هفوة أن يغفروها أو عثرة أن يقلوها ويصلحوها فنى أعان
لا يلقى بلا معين ولا يخس حقه من وفى بالحق وبالله التوفيق

الكامل الذى هو مجموع الليل والنهار الآن المسلمين من عهد ظهور الساعة يعتبرون المبدأ من غروب الشمس ويديرون ساعاتهم على ذلك وأكثر الأمم الباقية يعتبرون الزوال مبدأ لهم وعلى ذلك تدار ساعاتهم وتسمى الساعات على الاعتبار الاول غروبية وعلى الاعتبار الثانى تسمى زوالية فاصحاب الساعات الزوالية رأوا أن تكون بسائطهم زوالية كما رأى أرباب الساعات الغروبية أن يجعلوا بسائطهم غروبية وبسبب ما ذكر سقط اعتبار بسائط الساعات الزمانية وترك استعمالها

ومع ميسر الحاجة الى البسائط الغروبية لم تدون فيما نعلم قاعدة نظرية لبيان أصول رسمها كما دوت نظريات لبيان أصول رسم البسائط الزوالية فى كثير من الكتب الا فرجية بل يؤخذ من قول بعض أرباب هذا الفن أن رسم البسائط الغروبية لم يكن تحت أساسات نظرية وروابط كلية بل ربما يمكن رسمها بتتبع مواقع ظل الشاخص مدة حول كامل أو فى كل ساعة من بعض أيام معينة

وحيث كان للعبد الضعيف القليل البضاعة الغازى أحمد مختار بن خليل بن ابراهيم الملقب بقطار جى زاده البروسوى شغف من عهد الصبا بهذا الفن واشتغلت بتدريسه مدة فى المكتب الحربى الشاهانى بدار السعادة بعد ما تلقيت العلوم والفنون فى مكتب تجهيزية العسكرية ثم أتممتها فى المكتب الحربى الملوكى المتقدّم ذكره ثم تشرفت (فى سنة ١٢٧٧ هجرية) برتبة الضابط ورافقت الاوردوى السفرى الهمايونى زمنا ثم عينت فى سنة (١٢٨٠ هجرية) لتدريس علم الهيئة وغيرها بالمكتب الحربى المذكور فلم يسعنى السكوت عن البسائط الغروبية فانقدح فى فكرى نظرية اساسية لقواعد رسم سائر البسائط الغروبية على أى نوع من السطوح استنبطتها من البسائط الزوالية فرأيت أن أضع فى هذا الموضوع كتابا وافيا بالغرض كافلا بإظهاره من القوة الى الفعل والتزمت أن أتكلم على البسائط الزوالية أولا لتكون كالمقدمة للمقصود بالذات من هذا الكتاب

وقد صار الشروع فى طبعه سنة (١٢٨٢) ولكن حال دون اتمامه موانع استلزمها مقتضيات أحوالى العسكرية من أسفار متتالية وأعمال متوالية

ثم فى زمن استنارة الزمان بطلعة جبين ناشر العدل والامان على كل ساهرو ووسنان صاحب الدولة المشيدة الاركان ملاك ملوك العصر والوان السلطان ابن السلطان ابن السلطان السلطان الغازى عبد المجيد خان الثانى ابن السلطان الغازى عبد المجيد خان

آلات توصل اليها من أول الامر فأخذوا يحسنون الرملية والمائية شيئا فشيئا زمنا بعد زمن حتى وصلنا في القرن الثامن بعد الميلاد الى غاية عليا في التقدم والتحسين وفي خلال هاته الازمنة كانوا مشغولين باختراع ما كينة لتعيين أوقات الليل والنهار باعتبار الساعات المستوية وعلى بعض الروايات ان الساعات الدفاعة أو ذوات الاثقال المتقابلة هي من اختراع العرب ولا نجزم بصدق هذه الرواية وان اشتهر أن الخليفة المامون أهدي الى ملك فرنسا في سنة ٢٠٠ هجرية الموافقة لسنة ٨٢٢ ميلادية ساعة من هذا النوع وان هذه الصناعة انتقلت من هذا العهد الى بلاد أوروبا

والذي تدل عليه أقوال مؤرخي الاوروبايين ان في مخترع هذه الساعة ثلاثة أقوال أحدها انه باسيفيكوس المتوفى في وه رونا عام ٨٤٦ ميلادية والثاني انه العالم الشهير جربرت المسمى سيلوستر الثاني في البابويه المتوفى عام ١٠٠٣ ميلادية والثالث انه ويل هيلم فون هيرشار المتوفى عام ١٠٩٠ ميلادية

وهذه الآلة المينة للساعات المستوية وضعت موضع النظر والتحسين واعتنى الناس بأمرها ولا سيما أهل الجيل الرابع عشر الميلادي حتى ان كرلوس الخامس ملك فرنسا استقدم الى مملكته من ألمانيا في عام ١٣٧٠ ميلادية الصانع الماهر هاتري ويقي فوضع له في دائرة العدلية ساعة دفاقة لا تختلف عددها عن عدد الساعات المستعملة الآن وما زالت العلماء والصناع يتسابقون الى اتقان الساعات ويتعاقبون على تحسينها ففي سنة ١٦٤١ ميلادية كشف العالم الاوروباي الشهير غاليله أصول دوران آلاتها بالرقاص فأحرز اسم مخترع ساعة الرقاص مع أن العلامة ابن يونس صاحب الارصاد الشهيرة الذي كان مقيما بمصر في سنة ٣٩٣ هجرية الموافقة (١٠٠٣ ميلادية) قد سبقه الى ذلك وان لم يتيسر له نشره وإذاعته

وفي سنة (١٦٧٥ ميلادية) ادخل (هيكن) في آلاتها الزمبرك الحلزوني وفي أواخر القرن الثامن عشر والنصف الأول من القرن التاسع عشر وضع (برهكه) وغيره في تركيبها التروس المنتظمة بصفة مستحسنة ثم اخترعوا الساعة المعروفة بالكرونومتر وهي غاية في الدقة والضبط ولذلك تستعمل في السباحات البحرية وقد توصلوا أخيرا الى ادارة الساعات بالسيال الكهربائي على وجه تام

ومهما كانت أنواع الساعات وطرق ادارتها فالقصد منها الوقوف على حساب الزمن بالساعة المستوية التي هي عبارة عن قسم واحد من أربعة وعشرين قسما من اليوم

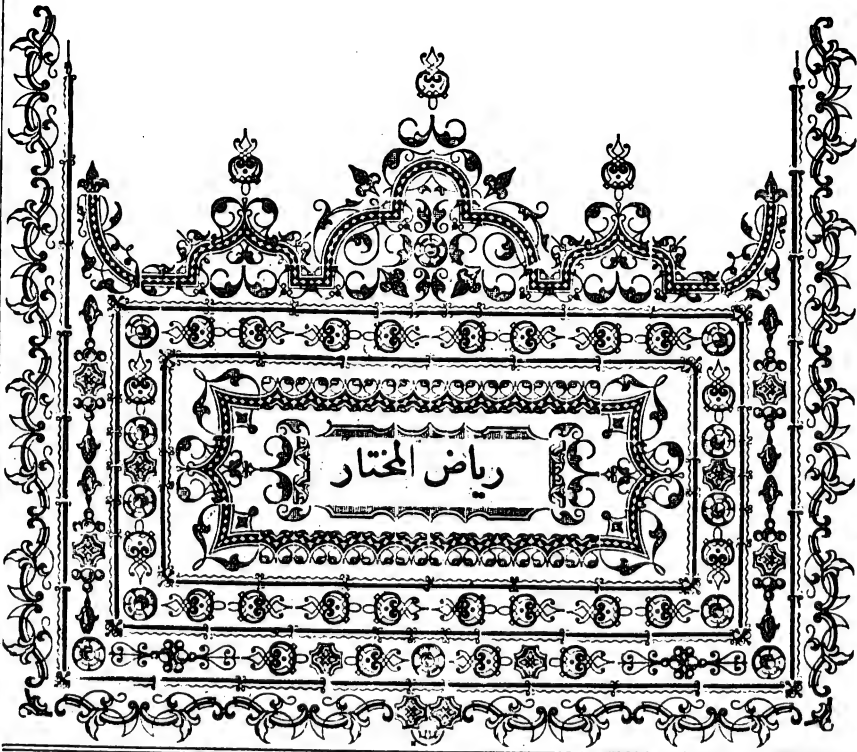
وهم أول من استعملوا هذه الطريقة ثم استعملها من بعدهم المصريون والكلدانيون واليونان والرومان ولكنهم رأوا ان بها قصورا لعدم افاذتها الاوقات الليلية فلذلك اخترعت (الرملية) لثمانية قرون قبل الميلاد ثم (المائية) لستة قرون قبله أيضا وكلاهما وعاء مثقوب ينزل منه الرمل أو الماء بقدر معلوم

وإذا بحثنا عن الوحدة التي كانوا يعتبرون بها الزمن في تلك العصر فسنجد بالنسبة للطريقة الاولى كتاب (جامع المبادئ والغايات في علم الميقات) المؤلف عام ٦٢٧ هجرى الموافق عام ١٢٣٠ ميلادى فقد تكلم مؤلفه (أبو الحسن على المراكشى) على بسائط الساعات الزمانية (١) بجميع أنواعها ودرسم جميع صورها وكذا صورتين أو ثلاثا من بسائط الساعات المستوية الزوالية المستعملة لهذا العهد وقال ان هذا النوع من البسائط غير مستعمل ولم يتعرض لذلك بسائط الساعات المستوية الفروبية مطلقا فيظهر من ذلك ان البسائط التي كانت مستعملة اذذاك جارية كلها على حساب الساعات الزمانية وفي ذلك دلالة على ان الساعة الزمانية هي التي كانت معتبرة وحدة للقياس على أنهم كانوا معترفين بضرورة معرفة الساعات المستوية ولذلك كانوا يستنبطونها من حساب الساعات الزمانية الا انه لم يعلم بالتحرير أكان مختصا بعدم استعمال بسائط الساعات الزوالية في تلك المدة على ما قاله أبو الحسن بالبلاد الاسلامية ام كان شاملا للبلاد الاروباوية أيضا وهو بحث لازم فليحذر

وأما بالنسبة للطريقة الثانية أى طريقة الرملية والمائية فالمعلوم ان الكلدانيين كانوا يعتبرون مدة ما بين طلوع كوكب ما من الاق وطلوعه مرة ثانية ويقارنون بها أدوار انتهاء الرمل أو الماء اثنتى عشرة مرة متوالية بحيث كان كل دور مطابق ظهور برج من القبة السماوية فيعلم من مقارنتهم كل دور ببرج ان الغرض كان الوصول لمعرفة الساعات المستوية ولكن لا يخفى ما في ذلك من عدم الضبط والتدقيق

والحاصل أن القدماء اتخذوا الساعة الزمانية وحدة لقياس الزمن وتوصلوا لاستعمال الطرق المؤدية الى ذلك واعترفوا بلزوم معرفة الساعات المستوية ولم يتوصلوا لاتخاذ

(١) الساعة الزمانية هي جزء من اثني عشر جزءا من المدة التي بين طلوع الشمس وبين غروبها أو بين غروبها وطلوعها فكل من الليل والنهار ينقسم على الدوام ١٢ ساعة زمانية فهي متساوية العدد مختلفة المقادير ولذلك تسمى أيضا بالساعات غير المستوية بخلاف الساعة المستوية فانها جزء من أربعة وعشرين جزءا من مجموع الليل والنهار فهي متساوية المقادير مختلفة العدد



(خطبة المؤلف)

(بسم الله الرحمن الرحيم)

الحمد لله الذى أنعم على عباده بمعرفة دقائق بسائط العالمين وهو الذى جعل الليل والنهار والشمس والقمر كل فى ذلك يسبحون مدى الدهور والسنين والصلاة والسلام على سيدنا ونبينا محمد خاتم النبيين وعلى آله الطاهرين الطيبين وأصحابه أجمعين أما بعد فقد قال تبارك وتعالى ان الصلاة كانت على المؤمنين كتابا موقوتا وقال هو الذى جعل الشمس ضياء والقمر نورا وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب فظاهر سبحانه لعباده بهاتين الآيتين الشريقتين ان للصلاة أوقاتا معينة كتب على المؤمنين أدائها فيها وأن ما يحتاج اليه الانسان فى أحواله الدينية والدينية من معرفة الاوقات وتعداد السنين يكفى فى حصوله مراقبة الشمس والقمر ومع كون مجرد ذلك كافيا فى قياس الزمان نجد اذا بحثنا فى تاريخ القدماء ان الصينيين كانوا على عهد سنة (١١٠٠) قبل الميلاد يستعملون (الغومون) مقياسا لافاق النهار بمعنى انهم كانوا يعينون الاوقات النهارية بمواقع ظل جسم قائم ينتقل ظله فى نقط مختلفة حسب تحرك الشمس

كتاب
رياض المختار
مرآة الميقات والادوار



بأنها متى وضعت وضعا صحيحا لا يلحقها خلل من تقديم وتأخير ونحوهما وأما
الاصطراب والربع المقطر والمجيب فهي آلات لطيفة اشغل بها علماء الاسلام حينما
من الدهر وأمكنهم بواسطتها معرفة الاوقات وتعيين الجهات الاربع وسمت القبلة في
أى بلد وارتفاع الكواكب وتوسطها واستخراج غروض البلاد وقياس علو الاشياء
وسعة الانهر وغير ذلك من الفوائد التى يحتاج الانسان اليها ولا بد له من الحصول
عليها

ولم يترك شيئا مما يتعلق بهذه الآلات الا بين أساسه وأوضح أصله وطبقه على قواعد
هندسية أو جبرية أو جغرافية أو كسوغرافية بحيث يستفيد المطالع منه زيادة عن
المطالب المقصودة منه بالذات فوائد شتى من علوم متعددة وأمثلة واقعية تظهر بها
ثمرات الفنون الرياضية

ومن حسن طالع البلاد المصرية ان صادف انتهاء تأليفه قرب قدوم مؤلفه عليها فكان
لها الحظ الاعلى لسطوع نوره من أفقها وطبعه بمطبعها الكبرى

ولما كان الكثير من أبناء اللغة العربية يشوقون الى ورود منهله العذب واقتطاف
جناته الداني ولا يجدون الى ذلك سبيلا لكونه تركى " العبارة أشار على " حضرة المؤلف
واشارته حكم بتعريبه تقيما للمنفعة وقياما بواجب حق اللغة العربية وغيرة على
بنينا أن يحرموا من مثل هذه الثمرات وليتسنى تناوله لعموم رعايا دولتنا العلية أيد الله
شوكتها وخلد صولتها بدوام عروتها الوثقى أمير المؤمنين ونحر الملوك والسلاطين
مولانا السلطان ابن السلطان السلطان الغازى عبد الحميد خان أمده الله بنصره وعطر
اتحافه بشذى ذكره وأدام خديوته المفعمة بوفيقنا الاول مطلعنا للمآثر وموردا
للمفاخر وعضدا لتقوية المعارف والعلم واذاعة نشرها بين العموم

وكل من مارس الترجمة وكابد التعريب يوسع لى عذرا اذا رأى قدمت فى بعض
الاحيان كلمة على أخرى أو أسقطت لفظا أو زدت آخر جريا على ما تقتضيه هذه الصناعة
فان اصطلاحات اللسان تختلف وأذواق اللغات قد لا تتألف واذا كنت نسبت
أو أخطأت أو قصرت أو قصرت فن ذا الذى سلم من الهفوات على أن الحسنات
يذهبن السيئات والله المسئول أن يعين على اتمام ما قصدناه فلا معتمد غيره ولا معين سواه
(شفيق منصور)

وفي تلك الاثناء هب الغريسون من كرى الخمول ونفضوا نعاس الذمة من أعينهم
فتناولوا هذا العلم الشريف في جملة ما تناولوه من العلوم واشتغلوا به صباح مساء
حتى أوصلوه الى مقامه المعلوم واستنبطوا منه فوائد يعز الوصول اليها واخترعوا آلات
يعول في أعماله العجيبة عليها وانتهجوا طرقا قريبة التناول ساعدتهم على سلوكها
تقدم العلوم الرياضية والطبيعية ونحن نتظر اليهم من طرف حتى لا نخذوخذوهم
في هذا المضمار

وما زالوا ينشطون وينتفرون وينجذبون وتتفر ويقربون ويبعد ويسرون ونقعد حتى
كادت تنمحق لدينا الآثار الفلكية وينمحي اسمها في هاته الديار بالكلية مع انها
ألبق بالاشتغال بمثل هذه الاعمال وأوفق للارصاد من غيرها من البلاد ولكن
للاشياء أوقات ولربنا في أيام دهرنا نفحات

والدهر لا يبقى على حالة * لابد ما يتقبل أو يدبر

فقد تنبت اليوم أفكار العلماء من المشرقين لاعادة ماثر أسلافهم ووقفوا لآحياء
آثار قومهم فطفقوا يجولون بأفكارهم في ميادين العلوم ويحومون بعقولهم على
مواردها ويجهدون النفوس في تحصيل نفائسها ويرزحون الأرواح بتسماتها
ويوضحون معالمها الطامسة ويعمرون أربعمها الدارسة فما أجدر هذا العصر أن يسمى
عصر بعثة العلوم وأحياء رفاتها

ومما يعد مآثرة في هذا الشأن وحسنة من حسنات الايام وغرة في جبين العصر
كتاب (رياض المختار مرآة الميقات والادوار) تأليف صاحب السيف والقلم وناشر
العلم والعلم زينة المحافل والمخافل ورب الفضائل والفواضل من شهدت بعلو قدره
الكتب والكاتب واعترفت بحجة أفكاره وأسنته الثواقب نخر أساطين الحكمة
واليكاسة وامام مشاهير العلم والسياسة الوزير الخطير صاحب الدولة (الغازي أحمد
مختار باشا) فانه جمع فيه من الفوائد الفلكية أسماها وأسمائها ومن الفرائد
الرياضية أعلاها وأغلاها وقد قسمه الى باين ضمن الاول الكلام على البسائط
الزوالية والقروية والثاني الكلام على الاضطراب والربع المقنطر والمجيب والبسائط
سطوح مستوية أو غير مستوية مثبت بها شخص قائمة أو غير قائمة ومرسوم عليها
خطوط تقع عليها بالتدريج ظلال الشخص فتعلم الاوقات والزوالية منها ما تؤدى
عمل ساعة افرنكية والقروية ما تؤدى عمل ساعة عربية وتمتاز البسائط عن الساعات

(RECAP)

2670

1173

377

998



(خطبة المترجم)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله الذي جعل الليل والنهار خلقا لمن أراد أن يذكر وأبدع السموات والأرض على غير مثال مقدر والصلاة والسلام على سيدنا محمد محمور عالم الكمال ومطلع الوقار والجلال وعلى آله الذين اجتازوا قناطر الاخطار بعزائمهم وشق الشراك جيوه بصوارمهم وعلى جميع الانبياء والمرسلين ماتعاقبت الايام والسنين أما بعد فان للعلوم كما للأجساد صحة واعتلالا وقوة وضعفا وشيية وهوما وعافية وسقما وقد كان لعلم الفلك في الديار المشرقية الشأن الباهر والسلطان النافذ والمكانة المكنية والدرجة الرفيعة أيام كانت الديار الاوروپاوية خلوا من المعارف صفرا من العلوم وكم وضع علماء الاسلام فيه التأليف العديدة والتصانيف المفيدة واخترعوا الآلات الدقيقة واستخرجوا الاعمال الغريبة ورصدوا السيارات والنوابت ورسموا المنحرفات والبسائط وقاسوا العروض والاطوال وحرروا النتائج والاعمال ولم يدعوا صغيرة ولا كبيرة مما تدعو اليه الحاجة من هذا العلم الا مارسوها وضبطوها ونشروها في الدروس أو أودعوها صدور الكتب وبطون الرسائل ثم خلف من بعدهم خلف أضاعوا الهدى واتبعوا الهوى وآثروا الراحة ولازموا الخمول فكسدت لديهم تجارة العلوم وخسرت صفقة الفنون فلا جرم استحات قوة هذا العلم ضعفا وارتفاعه انحطاطا وتبدل استفعالاه اضمحلالا وكاله نقصانا ولم يبق منه الا رسوم دارة وقف عندها الخالفون واطلال بالية شبيب بها المترجمون

كان لم يكن بين الخجون الى منى * أنيس ولم يسم بركة سامر

كتاب
رياض المختار
مرآة الميقات والادوار

تأليف

البحر الزخار ومشيد دعائم المآثر والاثار
ومجند معالم العلوم في هذه الاعصار صاحب الدولة

الغازي أجد باشا مختار

Al-ghāzī Aḥmad Mukhtār Pāshā, Ghāzī

ترجمه

من التركية الى العربية

شفيق بك منصور

(يكن)

(الطبعة الاولى)

بالمطبعة الكبرى الاميرية ببولاق مصر المحمية

سنة ١٣٠٦

هجرية

(٥)

مادة	صفحة
السنة المالية العثمانية ١٩٧	٣٣٨
كيفية معرفة عدد أيام الشهور الرومية والكييسة من سنها والبسيطة ١٩٨	٣٤٣
في بعض توقعات مجربة ١٩٩	٣٤٤
التغير السنوى لميل الشمس الاعظم ٢٠٠	٣٤٤
الجداول المذكورة في متن الكتاب	٣٤٨

* (تمت) *

(ط)

مادة	صفحة
تعيين الاصل المطلق	٢٨٠ ١٧٤
استخراج بعد القطر	٢٨٣ ١٧٥
تعيين الاصل المعدل	٢٨٥ ١٧٦
تعيين نصف الفضلة ومدة الليل والنهار ووقت الطلوع والزوال	٢٨٩ ١٧٧
استخراج الدائر وفضل الدائر	٢٩٢ ١٧٨
استخراج ارتفاع الشمس من فضل الدائر	٢٩٧ ١٧٩
في العصر ووقته	٣٠٠ ١٨٠
بيان الشفق والفجر والامساك	٣٠٢ ١٨١
كيفية استخراج أوقات الشفق والفجر والامساك	٣٠٣ ١٨٢
استخراج سعة الشمس	٣٠٦ ١٨٣
استخراج ارتفاع الشمس الذي سمته صفر	٣٠٧ ١٨٤
تعيين سمت الارتفاع	٣٠٩ ١٨٥
تعيين سموت البلدان وبالخصوص سمت القبلة	٣١٣ ١٨٦
تعيين الجهات ونصب القبلة	٣١٦ ١٨٧
استخراج المطالع الفلكية للشمس	٣١٦ ١٨٨
استخراج المطالع البلدية	٣١٩ ١٨٩
استخراج مطالع الكواكب	٣٢١ ١٩٠
كلام للمترجم على نظرية مذكورة في هذا الكتاب	٣٢٢
في العمليات على الكواكب	٣٢٢ ١٩١
(خاتمة الكتاب)	
في التقويم القمري والشمسي	
في الايام ومبادئها (ملخصا من كتاب أبي الحسن المراكشي)	٣٢٨ ١٩٢
في التاريخ العربي أي السنة الهجرية القمرية	٣٢٩ ١٩٣
السنين العربية الكبيسة	٣٢٩ ١٩٤
كيفية معرفة غرر السنين والشهور العربية	٣٣٠ ١٩٥
تقويم الرومانيين	٣٣٤ ١٩٦

(القسم الثاني في جيوب الزوايا وحل المسائل)

٢٤٣	١٥٣	الفصل الاول في بيان ربع المجيب
٢٤٤	١٥٤	الفصل الثاني في كيفية رسم ربع الدستور وبيان أسماء خطوطه
٢٤٥	١٥٥	كيفية ايجاد جيب زاوية مفروضة وتمام جيبها وبالعكس
٢٤٨	١٥٦	كيفية ايجاد مماس زاوية مفروضة وتمام مماسها وبالعكس
٢٥٠	١٥٧	في معرفة السهم لقوس أو القوس لسهم
		(الفصل الثالث في كيفية اجراء العمليات الحسابية الاربع
		على جيوب الزوايا وترفعها وتجنيزها)
٢٥١	١٥٨	في جمع وطرح الجيوب وتمامها والمماسات وتمامها والاسهم
٢٥١	١٥٩	كيفية استعمال ربع الدستور لضرب جيب في جيب آخر واستخراج
		الزاوية المقابلة لحاصل الضرب
٢٥٥	١٦٠	كيفية ضرب تمام الجيوب بعضها في بعض
٢٥٥	١٦١	في ضرب المماسات بعضها في بعض وكيفية استخراج زاوية الحاصل
٢٥٨	١٦٢	ضرب تمام المماس في مثله
٢٥٩	١٦٣	كيفية قسمة الجيب وتمام الجيب والمماس وتمام المماس
٢٦٨	١٦٤	رفع الجيب الى قوة ما
٢٦٩	١٦٥	في تجنيز الجيب
٢٧٠	١٦٦	ترقية تمام الجيب وتجنيزه
٢٧٠	١٦٧	ترقية المماس وتمام المماس وتجنيزهما
٢٧١	١٦٨	الفصل الرابع في تطبيقات على ما تقدم
٢٧١	١٦٩	المقدمة والمبحث الاول والثاني
٢٧١	١٧٠	تعيين ميل الشمس الاول ونجاة ارتفاعها
٢٧٤	١٧١	استخراج ميل الشمس الثاني
٢٧٦	١٧٢	استخراج ابعاد الكواكب
٢٨٠	١٧٣	تعيين عرض البلد

(ز)

مادة	صفحة
اجزاء الاسطرلاب	١٧٧ ١٢٨
الرسوم التي على الحجر	١٧٩ ١٢٩
بيان الرسوم التي على صنائع المقنطرات	١٧٩ ١٣٠
الصفحة الافاقية	١٨١ ١٣١
الصفحة الموضعية	١٨١ ١٣٢
الرسوم التي على العنكبوتية أو الشبكة	١٨١ ١٣٣
الرسوم التي على ظهر الاسطرلاب	١٨٢ ١٣٤
كيفية رسم الواح المقنطرات	١٨٣ ١٣٥
رسم الصفحة الافاقية	١٩١ ١٣٦
رسم الصفحة الموضعية	١٩٢ ١٣٧
كيفية رسم العنكبوتية	١٩٤ ١٣٨
رسم خطوط مغيب الشفق والفجر على الواح المقنطرات	٢٠٠ ١٣٩
كيفية رسم خطوط العصر وآخر العصر والظهر	٢٠٤ ١٤٠
في اعداد الظل وقامة الظل	٢٠٥ ١٤١
في العصر الافاقى وكيفية رسمه	٢٠٩ ١٤٢
في ميول الشمس	٢١١ ١٤٣
كيفية رسم الساعات الزمانية الافاقية	٢١٢ ١٤٤
بيان ربع المجيب الذى على ظهر الاسطرلاب	٢١٣ ١٤٥
بيان الاسطرلابين المرسومين فى اشكالنا	٢١٣ ١٤٦
بيان بعض ايضاحات اجمالية تتعلق بكيفية استعمال الاسطرلاب وحل بعض المسائل	٢٢٠ ١٤٧
كلام على بعض الاسطرلابات	٢٣٣ ١٤٨
أسماء الكتب والرسائل التى ألفت فى الاسطرلاب	٢٣٦ ١٤٩
نبذة تاريخية فى الاسطرلاب وشرح لفظه	٢٣٨ ١٥٠
الفصل الثانى فى بيان ربع المقنطرات	٢٣٩ ١٥١
بعض ايضاحات مختصة بكيفية استعمال ربع المقنطرات	٢٤١ ١٥٢

(و)

مادة	صفحة
١٠٨ في البسائط العمودية	١٤٣
١٠٩ رسم البسيطة على السطح الرأسى الاول	١٤٤
١١٠ رسم البسيطة على السطح الرأسى الثانى	١٤٧
١١١ كيفية رسم البسيطة على الوجه الشرقى	١٤٧
١١٢ كيفية رسم البسيطة على الوجه الغربى	١٥١
١١٣ كيفية رسم بسيطة السطح الرأسى الثالث أى المنحرفة الغروية	١٥١
(الفصل الخامس)	
١١٤ في رسم البسيطة على سطح مستو فى أى وضع كان	١٥٤
١١٥ رسم البسيطة على أسطح مستديرة	١٥٥
١١٦ رسم البسيطة على السطح الداخلى لقطعة كروية	١٥٥
١١٧ رسم البسيطة داخل سطح نصف اسطوانة	١٥٧
١١٨ نقل البسيطة من الرسم الى داخل سطح الاسطوانة	١٦١
(الفصل السادس)	
١١٩ فى بيان بسيطة اليد	١٦٢
١٢٠ رسم مساقط الدوائر اليومية أى المنحنيات المظلمة وخط الزوال	١٦٢
١٢١ رسم خطوط الساعات	١٦٥
١٢٢ كيفية تعيين البروج والشهور	١٧٢
١٢٣ رسم خطوط العصور وصلاة العيد وسمت القبلة	١٧٢
١٢٤ كيفية استعمال هذه البسيطة	١٧٢
١٢٥ كيفية تعيين الاوقات بدون استعمال ساعة ولا بسيطة طالما تكون الشمس مرتبة بعد الزوال	١٧٣
(الباب الثانى فى بيان بعض آثار عتيقة وتطبيقها على العلوم الحاضرة)	
(القسم الاول فى تسطيج الكرة)	
(الفصل الاول)	
١٢٦ فى بيان الاسطرلاب	١٧٥
١٢٧ العمليات التى يمكن اجراؤها بالاسطرلاب	١٧٧

مادة	صفحة
تعيين سمت القبلة	٩٠ ١٠٦
(مسئلة) كم درجة يلزم أن يكون ارتفاع الشمس في أى يوم من أيام السنة ليدل ظل جسم رأسى على اتجاه القبلة بالتمام	٩١ ١٠٨
كيفية استعمال بسيطة اليد	٩٢ ١١٠
رسم نصف نهار الشمس الوسطى على سطح البسيطة الزوالية	٩٣ ١١٤
(القسم الثانى فى البساط الغروية)	
(الفصل الاول فى بيان الساعات والازمنة)	
الساعات النجمية والساعات الشمسية	٩٤ ١١٧
فى نوعى الساعة الشمسية	٩٥ ١١٩
بيان الساعة الزوالية والغروية	٩٦ ١٢٢
الكرونومترا	٩٧ ١٢٩
لاحقة	٩٨ ١٢٩
(الفصل الثانى)	
فى قواعد تمهيدية لبيان الاسطح السويعية التى لابد فى رسم البسيطة الغروية من تصويرها فى الفراغ	٩٩ ١٣١
كيفية استعمال الشاخص المحدث للظل	١٠٠ ١٣٣
بعض ملحوظات تتعلق برسم البساط الغروية	١٠١ ١٣٤
كيفية رسم خطوط الساعات الغروية	١٠٢ ١٣٤
كيفية تعيين آثار الاشعة على سطح البسيطة	١٠٣ ١٣٥
بيان مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية التى تتولد منها البسيطة الزوالية المساعدة لرسم خطوط الساعات الغروية	١٠٤ ١٣٦
طريقة هندسية لتعيين قوس أطول نهار وأقصر نهار	١٠٥ ١٣٧
خلاصة ماتقدم من العمليات	١٠٦ ١٣٧
(الفصل الثالث)	
فى بيان البسيطة الافقية	١٠٧ ١٣٨
(الفصل الرابع)	

(د)

ماده	صفحه
بيان خط الطلوع والغروب	٧٥
رسم البسيطة العمودية المتعرجة بطريق الحساب	٧٦
(الفصل الثالث)	
في بيان رسم البساط على أسطح مستوية مائلة على الافق	٧٩
رسم نصف نهار البسيطة بواسطة موقع الخط الرأسى ونقطة الزوال	٧٩
امكان فرض سطح البسيطة المذكورة افقا	٨٠
كيفية الرسم	٨٠
بيان خط الطلوع والغروب	٨٣
القواعد العمومية لرسم البسيطة على أى سطح كان	٨٣
(الفصل الرابع)	
في بيان رسم المنحنىات الظلية التى تتكوّن على سطح البسيطة حينما تكون الشمس فى رؤس البروج	٨٤
القاعدة الاولى لرسم المنحنىات المظلمة	٨٧
ملحوظات على القاعدة الاولى هذه	٨٩
القاعدة الثانية لرسم المنحنىات المظلمة	٩٠
فائدة مستنبطة من الطريقة الثانية	٩٢
تعيين وقتى الطلوع والغروب	٩٣
(الفصل الخامس)	
في بيان بسيطة اليد	٩٣
بيان نقط تقاسيم الاشهر	٩٩
صورة الخط الشاقولى	١٠٠
رسم بسيطة زوالية يديّة لعرض الاستانة العلبة وبيان بعض مواد اخرى	١٠١
رسم خطوط الساعات	١٠١
بيان تقسيمات الشهور	١٠٣
بيان سمت القبلة	١٠٤
تعيين وقت العصر	١٠٤

(ج)

ماده	صفحه
اجراء الرسم المذكور بطريقة اخرى	٤٧
كيفية الرسم على سطح محدود بدون خروج عنه	٤٧
النظرية الاولى	٤٨
» الثانية	٥٠
» الثالثة	٥١
رسم البسيطة الافقية بواسطة الحساب	٥٣
كيفية حساب ابعاد معدل النهار وزوايا الساعات	٥٣
(الفصل الاول)	
في البسائط العمودية	٥٥
بيان بسيطة السطح الرأسى الاول	٥٦
كيفية رسم بسيطة السطح الاول الرأسى	٥٦
كيفية بيان الساعات القريبة من طلوع الشمس وغروبها	٥٧
رسم البسيطة المذكورة بواسطة الحساب	٦٠
كيفية رسم بسيطة السطح الثانى الرأسى	٦١
رسم نصف نهار البسيطة المذكورة	٦٢
بيان السطح الثالث الرأسى	٦٣
الطريقة الاولى لرسم البسيطة المنحرفة	٦٣
الطريقة الثانية لرسم البسيطة المنحرفة	٦٦
تعيين انحراف السطح	٦٨
كيفية وضع المرقم المنائى	٦٩
بيان أرجحية اللوحة المنقوبة على المرقم المنائى	٧٠
الامور الخمسة التى تلزم رعايتها عند وضع اللوحة المنقوبة	٧٠
كيفية الرسم العملى للمنحرفة	٧١
كيفية الرسم	٧٤
معرفة طول وعرض النقطة التى تعتبر فيها المنحرفة بسيطة افقية	٧٥
تعيين انحراف السطح	٧٥

(ب)

مادة	صفحة
فيما يمنع اجراء العمل وكيفية ازالته	٢٤ ٢١
مقدار الكرة بالنسبة لارتفاع الشاخص	٢٥ ٢٢
اتخاذ المنشور شاخصا	٢٦ ٢٣
استعمال اللوحة المثقوبة	٢٧ ٢٤
ملحوظات	٢٧ ٢٥
تعيين نصف النهار بواسطة النجم القطبي	٢٨ ٢٦
ملحوظات	٢٨
كيفية تعيين وقت مرور النجم القطبي من سطح نصف النهار	٢٨ ٢٧
كيفية تعيين نصف النهار بالبوصلة	٢٩ ٢٨
تعيين العرض الجغرافي بواسطة الظل	٣٠ ٢٩
(القسم الاول في البسيطة الزوالية)	
رسم البسائط على سطوح مستوية	٣٢ ٣٠
(الفصل الاول)	
في بيان البسيطة الاستوائية	٣٢ ٣١
مزاي البسائط الاستوائية	٣٣ ٣٢
انشاء البسيطة الافقية بواسطة ظل شاخص رأسي غير ثابت	٣٣ ٣٣
بيان نقط المرقم التي ظلالها تدور على محيط دائرة البسيطة الاستوائية	٣٥ ٣٤
ملحوظات	٣٧ ٣٥
كيفية وضع الشاخص العمودي وكيفية استعماله	٣٧ ٣٦
(الطريقة الثانية) في كيفية رسم البسيطة الافقية بطريق الحساب	٣٨ ٣٧
تعيين المرتبات ع	٣٨ ٣٨
تعيين الفضلات س	٤٠ ٣٩
تعيين الابعاد من المركز على المحور الاصغر للنقط المتعلقة بايام مختلفة	٤١ ٤٠
الابعاد التي يلزم أخذها لرسم البسيطة الافقية في الاستانة العليا	٤٣ ٤١
انشاء البسيطة الافقية الثابتة في محل أو غير الثابتة فيه بواسطة مرقم ثابت أو شاخص عمودي أو لوحة مثقوبة ثابتين	٤٥ ٤٢

(فهرسة كتاب رياض المختار)

مادة	صفحة
خطبة المترجم	٢
خطبة المؤلف	٦
(الباب الاول في فن رسم البسيطة)	
مقدمة الباب	١ ١٢
حركة الشمس الحقيقية والظاهرة	٢ ١٢
محور العالم	٣ ١٣
حركة الشمس الانتقالية والسطح الحاصلة فيه هذه الحركة	٤ ١٣
حركة الشمس بالنسبة الى الميل	٥ ١٤
كيفية تغير ميل الشمس ما بين خط الاستواء والانقلابين	٦ ١٤
المسالك الاول في بيان الدوائر السويعية	٧ ١٥
المسالك الثاني في بيان مرقم أية نقطة من سطح الارض وبيان سطحها السويعي	٨ ١٥
ملحوظات	٩ ١٦
حساب الاختلاف الاعظم	١٠ ١٧
كيفية عمل البساط	١١ ١٧
فيما يحتاج اليه لرسم البساط على أسطح مستوية أو منحنية	١٢ ١٧
ملحوظات	١٣ ١٨
رسم نصف نهار البسيطة الافقية	١٤ ١٩
ملحوظات	١٥ ٢٠
تصحيح انكسار الضوء	١٦ ٢١
تعيين نصف النهار بواسطة الدوائر المساعدة	١٧ ٢١
رسم نصف النهار بواسطة ثلاث ظلال مختلفة الطول	١٨ ٢١
كيفية اجراء العمل	١٩ ٢٢
اجراء العمل المذكور بالتدوير	٢٠ ٢٣

فهرسة كتاب
رياض المختار

Intro-page is 7th leaf

Battinger gives 2 v. with Anhang + Tafelband (36 pl.)

1303/4 387 + 58 p.



